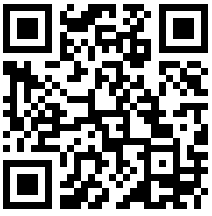
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

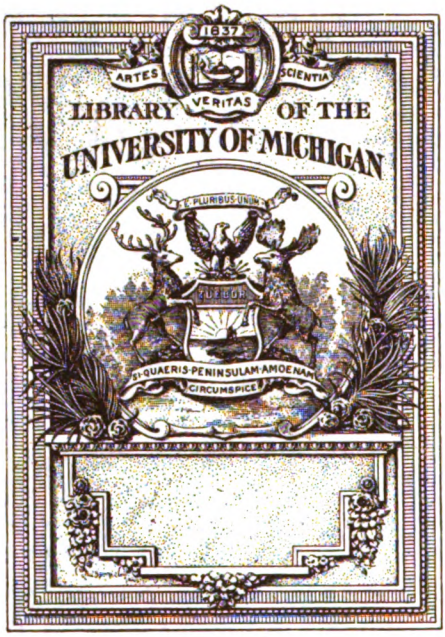
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 531201

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

QC
515
.V8
A4

LA CORRESPONDANCE

DE

A. VOLTA ET M. VAN MARUM.

Digitized by Google

Digitized by Google

LA CORRESPONDANCE

DE

A. VOLTA ET M. VAN MARUM

PUBLIÉE PAR

J. BOSSCHA

Secrétaire de la Société hollandaise des Sciences

LEIDEN — A. W. SIJTHOFF

1905.

Digitized by Google

Digitized by Google

PRÉFACE.

En 1887, après la publication de mon discours sur VAN MARUM, le Professeur M. DE VRIES de Leide et son frère, le Conseiller d'Etat G. DE VRIES, fils du pasteur harlemois qui fut l'ami intime du célèbre physicien et l'exécuteur de ses dernières volontés, eurent l'obligeance de me mettre sur la trace de la correspondance de VAN MARUM, que j'avais cherchée en vain dans les archives de la Société hollandaise des Sciences. Ce fut encore par leur entremise que je me vis bientôt en possession non seulement de tout ce que VAN MARUM avait conservé de sa correspondance, mais aussi de la collection complète de ses manuscrits: discours, leçons, journaux de voyage et autres pièces de diverse nature, parmi lesquelles un mémoire autobiographique fournissant quelques détails intéressants sur ses relations avec la Fondation TEYLER et avec la Société hollandaise des Sciences.

VAN MARUM était en commerce de lettres avec presque tous les physiciens, chimistes et naturalistes connus de son

173859 Digitized by Google

époque. Sa volumineuse correspondance contient des lettres de SCHERER, GREN, GILBERT et KLAPROTH; de GUYTON DE MORVEAU, MONGE, BERTHOLLET, HAUY, VAN MONS, SENEBIER et DE LUC; de PRIESTLEY, LESLEY, NICHOLSON, HERSCHEL et BLAGDEN; de VOLTA, LANDRIANI et CAVALLO et de plusieurs autres encore. On y trouve, de plus, quelques minutes ou copies de lettres envoyées par VAN MARUM à ces Savants.

Il était évident que la Société hollandaise, qui venait de commencer l'édition des *Œuvres Complètes de* CHRISTIAAN HUYGENS, pourrait trouver dans la collection VAN MARUM des matériaux précieux, lorsque, plus tard, elle se résoudrait à procurer une édition semblable des œuvres d'autres savants hollandais, parmi lesquels VAN MARUM sans doute mériterait d'obtenir une place. Mais il était à prévoir aussi que les *Œuvres de* HUYGENS absorberaient pendant plusieurs années encore les moyens d'action de la Société, et la part, que je me vis attribuée dans cette entreprise, me firent un devoir de ne pas me laisser distraire par d'autres travaux trop encombrants. J'avais donc à considérer la collection VAN MARUM comme un dépôt précieux, qu'il importait de garder avec soin, mais auquel il était prudent de ne pas toucher.

Une demande adressée à la Société hollandaise par l'Istituto Reale Lombardo di Scienze e Lettere de Milan m'a obligé de faire une exception à cette règle de conduite. Dans le but de préparer une édition des Œuvres Complètes d'ALEXANDRE VOLTA, M. le docteur FRANCESCO FOSSATI avait rassemblé toutes les données bibliographiques connues concernant les ouvrages, discours et lettres de l'illustre physicien de Côme. Ses actives recherches, ainsi que celles de M.M. ALESSANDRO et ZANINO VOLTA, avaient permis de dresser une liste chronologique de 231 écrits de VOLTA. M. FOSSATI avait présenté son travail à l'Institut de Milan, qui l'a publié dans les *Memorie* de la *Classe di Scienze Matematiche e Natu-*

Digitized by Google

rali, *Vol.* XVIII, *Fascicolo* X (1900), sous le titre: F. Fossati *Bibliografia Voltiana.* Continuant ses recherches, M. Fossati a pu ajouter à son recueil 5 numéros, décrits dans une *Aggiunta*, insérée dans les *Rendiconti del R. Istituto Lombardo, Serie II, Vol.* XXXIV (1901).

Depuis, M. le Professeur Alessandro Volta, le jeune, auquel la Direction de l'Institut Lombard avait confié le soin de mettre en ordre et de cataloguer la collection Volta de ce corps savant, avait remarqué des lacunes considérables dans les lettres de Van Marum et plus encore dans les minutes des réponses de Volta, n'en retrouvant que trois, avec un fragment de deux autres. De son côté, M. Fossati avait signalé spécialement une lettre, — indiquée par Volta dans un de ses Mémoires comme ayant été adressée par lui à Van Marum en août 1792 et publiée dans les Actes de la Société de Harlem ou dans quelque journal, — laquelle pourtant il avait cherchée en vain. Sur ces indices l'Institut de Milan se décida à demander quelques renseignements au secrétaire de la Société hollandaise des Sciences.

Ce fut ainsi que je fus amené à examiner plus soigneusement la collection Van Marum, où je trouvai non seulement la lettre signalée par M. Fossati, mais de plus 16 autres lettres de Volta, formant très probablement la collection complète de tout ce que Volta avait transmis à Van Marum.

L'importance que présentait pour l'histoire de la grande découverte de Volta non seulement sa lettre du 30 août 1792, mais plus encore celle du 11 octobre qui en est la continuation, était tellement évidente, que je m'empressai d'en transmettre une copie à l'Institut de Milan, avec une Note dans laquelle j'attirai l'attention sur le fait, resté inconnu jusqu'ici, que Volta, cinq ou sept mois après ses premières expériences sur la découverte de Galvani, se servait déjà de deux appareils,

Digitized by Google

dont l'un constituait un élément de la pile voltaïque, l'autre un élément de la couronne des tasses de 1800.

M. le Président CELORIA, en rendant compte à l'Institut Lombard, dans laséance du 25 février 1904, de l'heureux succès de ses recherches, donna lecture de cette Note, qu'il fit insérer dans les *Rendiconti* (*Série* II, *Vol.* XXXVII, 1904) à la suite de son article: *Sull' Epistolario di Allessandro Volta esistente presso il R. Instituto Lombardo.* Cependant parmi les autres lettres de VOLTA plusieurs me parurent presque aussi remarquables et instructives que les deux citées, et comme la correspondance avec la Direction de l'Institut de Milan m'avait appris que l'on y possédait des lettres de VAN MARUM qui me manquaient, je proposai un échange de copies, qui fut accepté avec empressement. C'est ainsi que l'Institut Lombard et la Société hollandaise des Sciences se trouvent actuellement en possession de la collection aussi complète que possible d'un commerce de lettres qui doit être considéré comme un des plus intéressants de la fin du XVIII^{me} siècle.

Dès que j'eus connaissance de l'ensemble de ces documents, il ne me parut plus permis d'en différer la publication. Déjà mes premières études m'avaient initié, par la lecture des *Untersuchungen über thierische Electricität* d'EMIL DU BOIS-REYMOND, dans les détails de la célèbre lutte entre GALVANI et VOLTA et rempli d'admiration pour la grande figure de l'illustre Lombard. Trente ans plus tard, VAN MARUM avait été l'objet de quelques recherches historiques, qui m'avaient inspiré une très haute idée de son mérite scientifique. La correspondance inopinément retrouvée, dans laquelle le plus grand expérimentateur de son époque fait connaître à son ami de Hollande son jugement sur les expériences que celui-ci lui avait communiquées; l'échange de vues sur les moyens de les perfectionner, où VAN MARUM se montre un parte-

Digitized by Google

naire digne de VOLTA; les mémorables lettres dans lesquelles VOLTA, libre encore des tracas d'une polémique quelquefois acerbe de la part de ses opposants, raconte les premiers pas qui le conduiront à son immortelle découverte, la marche de ses idées, les progrès de ses travaux; la part qu'y prend VAN MARUM par ses propres expériences avec les puissants moyens du Musée TEYLER; — tous les détails enfin d'un commerce littéraire qui embrasse la période la plus active de la vie des deux grands savants, ne pouvaient que me confirmer dans mon dessein.

Pour bien apprécier un grand progrès de la science, pour en tirer tout le profit possible, il ne suffit pas, en effet, d'avoir égard aux conséquences; il faut encore regarder en arrière, étudier les moyens par lesquels il a été réalisé, les difficultés rencontrées, les tentations de s'écarter du chemin menant au résultat définitivement atteint, et jusqu'aux erreurs, inévitables même pour les plus éminents. Cette étude est aussi importante pour l'avancement de la science, que l'histoire d'une bataille pour l'art militaire. Mais il arrive bien rarement que l'auteur d'une découverte, dans ses publications, fasse connaître tout ce qui, dans son travail, lui a passé par l'esprit. La meilleure source d'informations pour une analyse instructive est presque toujours une correspondance entre amis.

Lorsque je communiquai mon intention à M. le Président de l'Institut de Milan, celui-ci non seulement me céda généreusement la priorité dans la publication, mais voulut bien encore m'y encourager de la manière la plus franche et la plus cordiale.

J'ai cru ne pouvoir mieux répondre à la confiance dont M. CELORIA m'a honoré, qu'en donnant tous mes soins à reproduire aussi fidèlement que possible le texte des lettres de VOLTA. L'écriture du physicien de Côme, en apparence

Digitized by Google

peu réglée, est en réalité parfaitement lisible. On ne peut pas en dire autant de celle de VAN MARUM. Comme je n'avais pas toujours sous mes yeux les originaux, il a fallu dans quelques cas, très rares d'ailleurs, recourir à des conjectures sur la leçon véritable. Les variantes que j'ai appliquées regardent d'ailleurs presque uniquement l'orthographe peu correcte de VAN MARUM. Elles sont les plus nombreuses dans les lettres dont il n'existe que les minutes ou copies, lesquelles semblent avoir été dictées en partie à une personne peu versée dans la langue française.

Les notes ajoutées à la fin des lettres contiennent quelques renseignements que j'ai cru pouvoir être utiles aux lecteurs. Dans la partie de la correspondance qui se rapporte à l'électricité voltaïque on regrette souvent le long délai écoulé entre deux lettres qui se suivent. J'ai tâché de suppléer en quelque manière à ces lacunes en donnant dans les notes un aperçu des travaux, accomplis par VOLTA dans l'intervalle.

Pour orienter le lecteur dans la diversité des matières traitées, j'en ai donné un court résumé dans le *Sommaire* qui précède les lettres et notes.

J. BOSSCHA.

Harlem, 28 septembre 1904.

Digitized by Google

SOMMAIRE DES LETTRES.

Page.

Lettre I. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 28 novembre 1782.

Voyage de VOLTA. Election comme Membre de la Société hollandaise. Expérience du dégagement de l'électricité par l'évaporation de l'eau. Origine de l'électricité atmosphérique . . . 1—4

Notes. 1. Visite de VOLTA à Harlem. 2. Programme de la Société hollandaise. 3. Diplôme de VOLTA. 4. Critique d'un passage de la biographie de VOLTA, composée par ARAGO. 5. Les deux Mémoires de VOLTA sur son condensateur. 6. Note bibliographique . . . 4—7

Lettre II. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 23 août 1785.

Envoi de la *Description d'une très-grande Machine Electrique* . 8—9

Note. Résumé de ce Mémoire . . . . . 9—10

Lettre III. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 8 mars 1786.

Remercîments. Proposition d'agrandir la capacité du conducteur de la grande Machine. Expériences proposées. Densité diminuée de l'air électrisé. Expérience de MARAT et singulière explication qu'il en donne. Baisse du baromètre pendant un orage. Electromètre comparable. Effet de l'électricité sur la respirabilité de

Digitized by Google

Page.

l'air, sur l'évaporation de l'eau, sur la vapeur d'eau, sur l'économie animale. Utilité de la grande Machine. Expérience d'ACHARD . . . . . 11—15

Notes. 1. Note bibliographique sur la *Lettera da Como*. Remarques sur cette lettre de VOLTA. 2. Trait de feu électrique de la grande Machine de VAN MARUM, figure. 3. Traités de MARAT sur l'électricité. 4. Expérience de CAVENDISH. 5. ACHARD et son expérience de l'éclosion des œufs par l'électricité. . . . . 15—16

Lettre IV. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 26 juin 1786.

Accusé de lettres reçues. Introduction de Mme la Marquise et Mr. le Marquis de BOTTA ADORNO. Nouvelle proposition d'expériences: nitre fondu, chaleur dégagée par l'aigrette . . . . 17—18

Notes. 1. Visite à Harlem des BOTTA ADORNO. 2. L'expérience du nitre fondu restée sans résultat. 18

Lettre V. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 7 mai 1787.

Envoi de la *Continuation des Expériences électriques*. Augmentation de la capacité du conducteur de la grande Machine sans effet utile dans le climat humide de la Hollande. Expérience des ballons pour démontrer la diminution de la densité de l'air électrisé. Chaleur dégagée par l'effluve électrique. Nitre fondu . 19—22

Notes. 1. Résumé du nouveau Mémoire de VAN MARUM. 2. Précis de la Chimie Lavoisiérienne écrit par VAN MARUM. 3. Préface de son Mémoire . . . . . 22—23

Lettre VI. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 6 juin 1787.

Introduction de LANDRIANI . . . . . 24—25

Note. LANDRIANI 25

Lettre VII. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 15 juin 1787.

Remerciments de la „*Continuation des Expériences électriques*. Electricité médicale. Fanatisme des Médecins. Foudroiement d'animaux. Avantage de l'augmentation de la capacité du conducteur de la machine électrique. Remarque sur l'expérience

Digitized by Google

Page.

des ballons. Puits électrique. Distance à laquelle se fait sentir l'effet de la grande Machine Flamme collectrice de VOLTA. Electromètre comparable . . . . . 26—31

Notes. 1. Puits électrique analysé par de SAUSSURE. 2. Electromètre de CAVALLO. 3. Electromètre de HENLEY 32

Lettre VIII. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 15 avril 1788.

Envoi d'empreintes de la calcination des métaux. Introduction de LESTEVENON . . . . . 33—34

Notes. 1. Publication de la lettre par MM. A. et Z. VOLTA. 2. Calcination des métaux. 3. W. A. LESTEVENON. 4. Renvoi. . . . . 34—35

Lettre IX. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 31 août 1788.

Dégagement de chaleur par l'effluve électrique. Réponse à la remarque sur l'insuffisance de la capacité du conducteur de la grande Machine. Dilatation de l'air électrisé. Electromètres. Influence de l'électricité sur la respirabilité de l'air, sur l'évaporation, sur la vapeur d'eau. Batterie à grandes bouteilles. Difficulté de les obtenir . . . . . 36—42

Note. *Essay on Electricity* de GEORGE ADAMS. 42

Lettre X. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 21 mai 1789.

Nouvelle construction des frottoirs. Diplôme de VOLTA . . . 43—45

Notes. 1. Détermination de la date de la lettre. 2. *Lettre* de VAN MARUM à M. LANDRIANI. Effet des nouveaux frottoirs 45

Lettre XI. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 23 juillet 1789.

Accusé de réception et excuses. Moyen d'électriser l'air d'une chambre. Proposition d'une expérience pour décomposer la vapeur d'eau. *Lettres sur la Météorologie électrique.* Origine de l'électricité atmosphérique. Application du condensateur. Electricité de la glace râclée et d'autres substances limées. Nouveaux frottoirs de VAN MARUM. VAN SWINDEN et son *Cours de Physique* . . . . . 46—51

Notes. 1 et 2. Renvoi. 3. Visite de LESTEVENON à VOLTA. 4. Renvoi. 5. Lettres de VOLTA sur la Météorologie électrique. 6. Renvoi. 7. Ouvrage de VAN SWINDEN . . . . . 52—53

Digitized by Google

Page.

Lettre XII. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 28 mars 1792.

Excuses de son long silence. La nouvelle Machine électrique de VAN MARUM. Gazomètre de VAN MARUM. Demande d'en faire construire un pour l'université de Pavie. Continuation des *Lettres sur la Météorologie.* Théorie de la grêle. Expériences de VOLTA sur la dilatation de l'air par la chaleur. Influence de l'humidité de l'appareil 54–58

Notes. 1. Description de la nouvelle Machine électrique de VAN MARUM. Son usage. Relation d'une visite de l'Empereur NAPOLÉON au Musée TEYLER, 23 octobre 1811. 2. Description du gazomètre de VAN MARUM. Première condensation d'un gaz, opérée par VAN MARUM. 3. Mémoire de VOLTA sur la grêle. 4. Exactitude de la valeur de la dilatation de l'air sec, déterminée par VOLTA. 5. Idées sur la dissolution de la vapeur par l'air atmosphérique d'abord admise, ensuite combattue par VOLTA. 6. Mémoire de VOLTA sur la dilatation thermique de l'air. Résumé de ce Mémoire peu connu. Son importance. Découverte de l'identité des dilatations de l'air et de la vapeur d'eau. Examen historique et critique de VOLTA sur les travaux de ses devanciers. AMONTONS et son échelle absolue des températures. Zéro absolu. 58–63

Lettre XIII. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 30 août 1792.

Commission du gazomètre de VAN MARUM contremandée, faute d'argent. Expérience de GALVANI. Expériences de VOLTA. Commotion excitée en faisant passer l'électricité par un bout de nerf, le muscle restant hors du circuit. Généralité de cette expérience. La contraction musculaire est un effet secondaire de l'irritation du nerf. Effet sur des nerfs cachés sous les chairs et les intéguments chez divers animaux. Effet des armures. Distinction des muscles sujets à l'empire de la volonté et ceux qui ne le sont pas. Idées sur la manière dont s'opère dans l'animal vivant le mouvement des premiers Animaux complètement insensibles aux décharges électriques. Commotions électriques d'écrevisses, d'insectes. Expérience de la langue. Saveurs acide et alcaline. Détermination du sens du courant excité par les deux métaux en contact avec la langue. Précautions à prendre dans cette expérience. 64–76

Digitized by Google

Page.

Notes. 1. Remarques sur les lettres XIII et XIV. Note sur l'importance de ces lettres, présentée au Reale Istituto Lombardo de Milan. 2. Travaux de GALVANI et de VOLTA jusqu'au 30 août 1792. La première édition du *Commentarius* de GALVANI. Edition allemande. Deuxième édition du *Commentarius* avec la *Dissertatio* d'ALDINI. Les *Opere edite ed inedite* de GALVANI. Analyse du *Commentarius*. Premières impressions de VOLTA. La *Lettera* à BARONIO. Réponse de GALVANI. La *Memoria Prima* de VOLTA. La *Memoria Seconda*. La théorie de GALVANI renversée. 3. L'expérience de GALVANI contraire à ses vues et par lui négligée. Remarque de DU BOIS-REYMOND réfutée 77—88

Lettre XIV. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 11 octobre 1792.

Répétition de la fin de la lettre XIII. Continuation de l'expérience de la langue. Electricité mise en mouvement par le contact de *métaux différents* avec la langue. Les métaux identiques ne produisent point d'effet. Première ébauche d'une série électromotrice de divers métaux. L'électricité par contact et par frottement ont-elles la même origine? Difficulté qui se présente. Application de l'électricité de contact à l'expérience de la grenouille. Effets différents du courant électrique sur les nerfs de mouvement et de sensation. La quantité d'électricité mise en mouvement dans ces expériences est très considérable. Modification de l'expérience de la langue. Source d'électricité placée à l'extérieur. Elément de la couronne des tasses de 1800. Elément de la pile. Saveur propre aux liqueurs bues dans des tasses d'étain. Promesse d'une troisième lettre. . 89—102

Notes. 1. Probabilité que les faits communiqués dans la lettre du 11 octobre étaient déjà connus à VOLTA le 30 août 1792. 2. Renvoi à la réproduction phototypique d'une partie de la lettre. 3. Comment la troisième lettre n'a pas été envoyée 103

Lettre XV. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 1er juin 1796.

Difficultés de la Correspondance. Envoi de la *troisième partie des Expériences faites avec la grande Machine* . . . . . 104—105

Notes. 1. Annexe de la lettre. 2. Résumé de la *Seconde Continuation des Expériences faites avec la Grande Machine*, de VAN MARUM 105—106

Digitized by Google

Page.

Lettre XVI. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 8 octobre 1796.

Lettres égarées. Demande de livres anglais et français. Progrès de ses travaux. Promesse d'un Mémoire à présenter à la Société hollandaise. Demande de bandelettes de baleine . . 107—110

Notes. 1. Résumé des travaux de VOLTA depuis 11 octobre 1793 jusqu'en octobre 1796. Les deux lettres à TIBERIO CAVALLO. Les *Nuove osservazioni. Memoria Terza.* ALDINI. Son attitude hostile envers VOLTA. Ses procédés. Réponse de VOLTA. Le *Specimen.* Appel au public scientifique de l'Europe. C. H. PFAFF. Pourquoi VOLTA a constamment combattu l'électricité animale. DUBOIS-REYMOND. La *Nuova Memoria* en trois lettres adressées a VASALLI. Les trois lettres à GREN. Le Mémoire du Journal de BRUGNATELLI, chef-d'œuvre de VOLTA, uniquement publié en italien.

2. Lettre de J. D. MATTI à VAN MARUM . . . . . 111—123

Lettre XVII. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 28 novembre 1796.

Attente du Mémoire promis. Correspondance avec l'Angleterre interrompue. Envoi des bandelettes de baleine . . . . . 124—125

Note. Renvoi 125

Lettre XVIII. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 25 mai 1797.

Demande de nouvelles sur les derniers envois. Rappel au sujet du Mémoire promis. Demande de l'adresse de LANDRIANI . 126—127

Lettre XIX. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 30 juin 1797.

Accusé de réception Mémoire promis. Intervention de BERTHOLLET et MONGE. Lettres à GREN. Le Mémoire promis publié dans le Journal de BRUGNATELLI. Démonstration directe de l'électricité de contact au moyen du condensateur . . . 128—131

Note. Renvoi 131

Lettre XX. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 26 novembre 1798.

Remerciments pour le nouvel ouvrage de VAN MARUM contenant la description d'appareils chimiques. Récapitulation de ses propres travaux en chimie. Pistolet, lampe à air, eudio-

Digitized by Google

Page.

mètre. Combustion de l'air inflammable entrainant la disparition d'air commun et la production de vapeur démontrées avant LAVOISIER. VOLTA adhère à l'opinion de GREN. Excuses de ne pas avoir envoyé le Mémoire promis, qu'il a dû publier dans le Journal de BRUGNATELLI . . . . . 132—135

Notes. 1. Le nouvel ouvrage de VAN MARUM. 2. Les premiers travaux en chimie de VOLTA. Gaz des marais. Proportion du gaz inflammable et d'air commun donnant la combustion complète, trouvée par VOLTA avant 15 mai 1777 136

Lettre XXI. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 9 juin 1801.

Question proposée par la Société hollandaise sur l'électricité galvanique. Expériences faites avec la colonne de VOLTA . 137—138

Notes. 1. Enoncé de la question proposée. 2. Renvoi 138

Lettre XXII. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 29 août 1801.

Projet de voyage par Genève à Paris. Expériences décisives sur l'identité des fluides électrique et galvanique. Expérience de charger une bouteille de Leide soit par la pile, soit par la couronne des tasses et d'observer l'effet de la bouteille sur l'électromètre, ou d'en tirer des étincelles. Quantité d'électricité considérable fournie par la pile, supérieure à celle d'une bonne machine électrique, explique les effets caloriques du courant de la pile. Proposition d'essayer la comparaison avec la grande Machine Teylérienne. . . . . 139—142

Lettre XXIII. A. VOLTA à A. VAN MARUM, 22 octobre 1801.

Voyage à Paris. Dissipation de toutes les objections contre sa théorie. Introduction de PFAFF. Proposition de charger avec la pile la grande batterie de TEYLER . . . . . 143—144

Notes. 1. Séance de l'Institut du 16 brumaire an X. Extrait du *„Journal des défenseurs de la Patrie"*. Proposition de BONAPARTE. 2. Renvoi 145

Lettre XXIV. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 29 novembre 1801.

Relation des expériences faites avec la pile de VOLTA. Charge d'une batterie de 25 bouteilles, chacune de 5½ pieds carrés de surface armée, par un contact aussi court que possible avec une

Digitized by Google

Page.

colonne de 200 paires d'argent et de zinc de $1\frac{1}{2}$ pouces de diamètre. Mesure de la tension électrique de différents nombres de paires. Commotions de la pile et de la batterie chargée par la pile. Comparaison de la production d'électricité par la pile et par la nouvelle machine électrique de VAN MARUM. Calcul du même rapport pour la grande Machine actuellement hors d'état. Aucune différence dans l'effet des électricités de ces deux sources. Un fluide proprement galvanique n'existe pas. La colonne doit s'appeler *colonne électrique de* VOLTA. Les doutes de VAN MARUM complètement évanouis. Vitesse énorme du courant voltaïque. Construction d'une grande pile. L'augmentation du nombre de paires reste sans effet sur la fusion des fils de fer. Le poids de la colonne exprime trop les cartons mouillés. Colonne de 200 paires partagée en plusieurs segments juxtaposés. Effets de fusion. Étincelles [arcs électriques]. Combustion du bout d'un fil de fer. Précautions à prendre pour obtenir le plus grand effet. Recherches sur les causes du plus grand effet des larges colonnes. Influence de l'étendue de la surface des cartons mouillés, considérable dans les fusions, insensible dans les commotions. Bon effet d'une solution de muriate d'ammoniaque. Parallélisme de la rapidité de l'oxydation des métaux et de l'activité de la colonne, non confirmé dans l'emploi de divers acides. Colonne dans le vide aussi active que dans l'air commun ou dans le gaz azote, toutefois plus active dans le gaz oxygène. Activité d'une colonne chargée d'une solution de potasse Répétition des expériences sur l'influence du nombre de paires de métaux dans les commotions et dans les fusions . . . . 146—175

Notes. 1. Publication de cette lettre dans divers journaux. 2. et 3. Renvois 176

Lettre XXV. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 3 mars 1802.

Retour de Paris. Congrès de Lyon. Maladie de VOLTA. Première impression des expériences de VAN MARUM, connues seulement par l'extrait de VAN MONS. Proposition de nouvelles expériences. Décomposition de l'eau. Influence de la résistance extérieure sur les effets de la pile . . . . . 177—180

Note. L'expérience de la décomposition de l'eau déjà réalisée par VAN MARUM lorsque VOLTA la lui proposait 180

Digitized by Google

Page.

Lettre XXVI. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 22 juin 1802.

Réception de la lettre de VAN MARUM du 29 novembre 1801. Séjour à Genève. Absence de nouvelles de PFAFF. Eloge des expériences de VAN MARUM. Intensité des commotions. Capacité de la batterie de Leide dépendante de l'épaisseur du verre. Retard de la décharge. Eléments d'une théorie mathématique de la pile. Expériences servant à l'illustrer. Distinction entre les résistances, intérieure de la pile et extérieure de l'arc conducteur. Identité de la tension, que la pile soit chargée d'eau pure ou d'eau salée. Moyen de rétablir l'activité de la pile lorsque celle-ci s'est desséchée Proposition de nouvelles expériences. Décomposition de l'eau au moyen du courant de la machine électrique ordinaire. Pile à plaques soudées, et à cuivre étamé . . . . . 181—191

Notes. 1. Renvoi. 2. Manque de Mémoires postérieurs de VOLTA dans les *Annales de Chimie*. 3. Renvoi. 4. Controverse avec NICHOLSON et HUMPHRY DAVY. Remarque au sujet de l'ébauche donnée par VOLTA de la loi d'OHM. 5. Renvoi . . . . . 191—193

Lettre XXVII. M. VAN MARUM à A. VOLTA, 8 juillet 1802.

Voyage de VAN MARUM 194

Lettre XXVIII. A. VOLTA à M. VAN MARUM, 10 juillet 1802.

Regret de ce que VAN MARUM a manqué de le visiter. Exhortation à faire un voyage en Italie. Séjour de VOLTA à Genève, démonstration de sa théorie avec des appareils de poche. Nouvelles expériences faites après son retour. Mesures de la distance explosive des charges de tensions données. Tension requise pour produire des commotions sensibles. Mauvaise conductibilité de la flamme. Erreur de VON HUMBOLDT. Manière dont s'opère la décharge électrique au moyen de la flamme. . . . . 195—198

Note. 1. L'ouvrage de VON HUMBOLDT. Remarque sur la nomenclature: galvanisme etc., au lieu de voltaïsme etc.. 198

Digitized by Google

Page.

Lettre XXIX. M. VAN MARUM à A. VOLTA, septembre? 1802.

Retour de voyage. Expérience promise avec la grande batterie de 550 pieds carrés d'armure, chargée par un contact aussi court que possible. Décomposition de l'eau par le courant de la grande Machine. Appareil électrolytique. Résultat: le courant de la grande Machine équivaut à celui d'une colonne de 200 paires . . . . . 199—202

Notes. 1 et 2. Etat incomplet de la minute 202

Digitized by Google

I.

A. VOLTA à VAN MARUM.

28 novembre 1782.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à une lettre que nous ne connaissons pas.

Pavie ce 28me 9bre 1782.

Monsieur.

J'ai fait un voyage beaucoup plus long [1]) que je ne contois faire, ayant passé tout l'hyver à Paris, et le printems et presque tout l'été en Angleterre et à Spa, ensuite parcourant plusieurs provinces de la France je ne me suis rendu en Italie que vers la moitié d'Octobre, et à Pavie il y a peu de jours. J'ai trouvé ici votre lettre du 8. d'Août, à laquelle je fais reponse premierement en vous remerciant du programme de votre Sçavante Société, qu'il vous a plu de m'envoyer [2]). Pour ce que vous me proposez d'être reçu comme membre dans la même, je n'ai garde de refuser un pareil honneur, que j'accepterai comme un effet de l'indulgence de ces Mrs., ne pouvant le reconnoitre comme dû à mon mérite. Je n'ai point de titres fastueux, celui de *Professeur de Physique expérimentale à l'Université Impériale de Pavie* est mon emploi, et l'autre de *noble patricien de Côme* désigne ma naissance. Voila tout. Quant au moyen de me faire parvenir le diplome [3]), vous pourriez l'adresser sous enveloppe à *S. E. Monsieur le Comte de Wilzek, Ministre*

Digitized by Google

Plenipotentiaire pour S. M. I. R. A. dans la Lombardie Autrichienne, à Milan.

Etes-vous informé que nous sommes parvenus Mr. LAVOISIER et moi à obtenir des signes d'électricité trés-distincts, et jusques l'étincelle, par l'évaporation de l'eau, et par les effervescenses que produisent les différentes especes d'air?[1]) J'avais annoncé dans un memoir, qui a été lu à la Société R. de Londres avant Pâques, sur mon appareil à condenser l'électricité, qu'à l'aide de celui-ci j'esperois de découvrir l'électricité de l'évaporation ec. trop foible peut être pour être aperçue sans un tel sécours. Quelque tems après en parlant de cela à Mr. LAVOISIER et à d'autres nous convinmes de tenter ensemble l'expérience, ce que nous fîmes avec un plein succès vers la moitié d'Avril. J'eus occasion après de repeter plusieurs fois, et de varier ces expériences tant à Paris qu'à Londres, qui reüssirent toujours, et souvent même sans le secours du *condensateur*. La manière la plus aisée de réussir est d'isoler en plein air pendant que le soleil donne ou que l'air est sec, ou qu'il fait du vent un creuset de métal, auquel soit attaché un long fil de fer, qui termine à un électromètre très-sensible (celui de M. CAVALLO qui consiste en deux fils d'argent très-minces renfermés dans une bouteille, est le plus propre). On met quelques charbons allumés dans le creuset: si les choses sont bien disposées, si l'air est sec, si le vent tire pour bien accelerer la combustion, ou s'il s'eleve assez de fumée, vouz verrez les deux fils de l'électromètre s'éloigner sensiblement. Si non, jettez un peu d'eau sur les charbons pour les éteindre: vous ne manquerez pas d'une fumée épaisse, et des signes d'électricité beaucoup plus marqués. Je ne vous promets pas d'étincelle, à moins que vous n'operiez très- en grand, en excitant un grand nuage de vapeurs, de fumée, ou d'un gas quelconque, ou que vous fassiez intervenir le secours

Digitized by Google

de mon appareil condensateur. Vous savez déja en quoi il consiste; mais vous devez avoir l'attention dans ce cas que le plan inférieur soit de marbre, soit de bois vernissé, ou couvert de toile cirée, ou quelqu'il soit semi-isolant, soit entretenu bien sec, et même un peu chaud pendant l'expérience, je veux dire durant le temps que le fil de fer amenant au creuset touche le plateau de metal qui repose sur le dit plan semi-isolant.

Vous êtes curieux sans doute de savoir de quelle espece est l'électricité qui se manifeste dans le conducteur métallique, que les vapeurs viennent de quitter. Elle est constamment *négative*. Les vapeurs par conséquent, et toute matière qui se volatilise, emportent du fluide électrique dans l'air, qui devenu surabondant, lorsque ces mêmes vapeurs commencent à se condenser, y causent cette électricité *positive*, qui se manifeste toûjours faiblement dans l'air clair et serein à une certaine hauteur, plus forte dans les brouillards, et encore plus marquée lorsque le ciel est couvert d'une couche de nuages épais. Je dis *d'une couche*; car s'il y a plusieurs nuages épars, de ceux qui flottent les uns sous les autres, comme il arrive surtout pendant les orages, il n'est pas rare de trouver les inférieurs électrisés *négativement*, suivant cette loi bien reconnue à présent, qu'un corps plongé dans l'atmosphère électrique d'un autre tend à acquérir l'électricité contraire, et l'acquiert en effet tant que par d'autres communications il le peut. Mais je ne puis pas vous faire ici l'application à tous les phénomenes de l'électricité naturelle: il suffit que vous l'entrevoyez; d'autres plus habiles que moi la perfectionneront. Pour à présent ce n'est par peu d'avoir découvert dans l'évaporation et sublimation quelconque la première origine de cette électricité, qui dans l'atmosphère joue un si grand rôle, et est peut être le premier mobile de tous les meteores.

Digitized by Google

Le memoire qui à été lu à la Société R. paroitra dans le Journal de ROZIER [5]) augmenté d'un appendice sur ces nouvelles expériences; et il sera suivi d'un autre mémoir du celebre Mr. DE LUC sur la théorie générale de l'électricité d'après mes idées [6]).

J'ai l'honneur d'être avec la plus parfaite considération

Monsieur

Votre très-humble, très obéissant serviteur

ALEXANDRE VOLTA.

A. Monsieur

Monsieur le docteur VAN MARUM de la Société Philosophique de *Hollande*

Harlem.

NOTES.

[1]) C'est de ce voyage que datent les premières relations de VOLTA avec VAN MARUM. VOLTA, passant par Harlem, y visita la collection d'histoire naturelle de la Société hollandaise des Sciences, dont VAN MARUM, depuis 1777, était le Directeur. Dans l'Album des visiteurs on trouve inscrit de la main de VOLTA, sous la date du 28 9^{bre} 1781:

ALEXANDRE VOLTA. Patricien de Côme, Professeur de Physique expérimentale à l'Université de Pavie.

[2]) Le programme de la Société hollandaise des Sciences, contenant les résolutions prises, dans la séance annuelle du 21 mai 1782, à l'égard des réponses aux questions proposées, ainsi que les nouvelles questions mises au concours, se trouve inséré dans le Tome XX, 2^{me} partie des *Verhandelingen, uitgegeeven door de Hollandsche Maatschappye der Wetenschappen te Haarlem. Haarlem bij* J. VAN WALRÉ, 1782. in-8°.

C'est dans la séance du 21 mai 1782 que VOLTA fut élu membre de la Société.

[3]) Ce diplôme, conservé par la famille VOLTA, a été perdu dans l'incendie, qui détruisit, le 8 juillet 1899, l'exposition organisée à Côme à l'occasion du centenaire de l'invention de la pile.

Digitized by Google

[1]) ARAGO, dans son éloge d'ALEXANDRE VOLTA (*Œuvres Complètes de* FRANÇOIS ARAGO, T. I, p. 208, dit, à propos de cette expérience:

„Je regrette de ne pouvoir dire, avec une entière certitude, à qui appartient cette expérience capitale. VOLTA rapporte dans un de ses Mémoires qu'il y avait songé dès l'année 1778, mais que diverses circonstances l'ayant empêché de la tenter, ce fut à Paris seulement et dans le mois de mars 1780 qu'elle y réussit *en compagnie* de quelques membres de l'Académie des Sciences. D'une autre part, LAVOISIER et LAPLACE, à la dernière ligne du Mémoire qu'ils publièrent sur le même sujet, disent seulement: VOLTA voulut bien assister à nos expériences et nous y être utile.

„Comment concilier deux versions aussi contradictoires! Une note historique, publiée par VOLTA lui-même, est loin de dissiper tous les doutes. Cette note, quand on l'examine attentivement, ne dit, d'une manière expresse, ni à qui l'idée de l'expérience appartient, ni lequel des trois physiciens devina qu'elle réussirait à l'aide du condensateur."

La lettre de VOLTA à VAN MARUM enlève à cet égard tout doute, s'il en pouvait exister encore en présence des détails donnés par VOLTA dans le Mémoire même, cité par ARAGO.

Voici ce que dit VOLTA dans l'Addition au premier des deux Mémoires, dans lesquels VOLTA a fait connaître son condensateur (voir la note suivante).

„Il y a plus de deux ans au moins que j'avais fait la plus grande partie de ce Mémoire, dont j'eus occasion peu de temps après de donner communication à Milord Prince KOWPEN (lisez COWPER) qui le fit passer à la Société Royale de Londres, où il á été lu avant Pâques de la présente année 1782. Ce n'est que depuis ce temps-là que je me suis trouvé à portée de vérifier quelques-unes des expériences que j'ai annoncées N°. XCV, & que je n'ai jamais perdues de vue un instant, tendantes à découvrir si l'évaporation, les fumées &c. produisent quelque électricité, & de quelle espèce est cette électricité, au cas qu'elle existe. Différentes occupations qui me sont survenues, un long voyage que j'ai fait ont été la cause d'un délai, qui aurait été plus long encore, sans la rencontre heureuse de deux Physiciens d'un mérite distingué, qui, d'après les premières ouvertures que je leur fis, me donnèrent à leur tour un nouvel aiguillon, & me proposèrent de faire conjointement avec eux, les expériences que je vais exposer.

„M. LAVOISIER et M. DE LA PLACE, l'un & l'autre Membres de l'Académie des Sciences, sont les deux savants dont je veux parler; ils conçurent comme moi l'espérance d'un heureux succès, dès que je leur eus montré les effets de mon *condensateur,* & expliqué la raison des phénomènes; en conséquence, M. LAVOISIER en prépara un grand avec le plan de marbre blanc."

Digitized by Google

VOLTA fait suivre les détails de ces expériences, qu'il répéta encore dans le Laboratoire de M. BILLAUX, et raconte que les expériences avec l'évaporation de l'eau, qui n'avaient pas trop bien réussi à Paris, eurent beaucoup plus de succès à Londres, après qu'il eut quitté Paris, le 23 avril.

Il faut reconnaître que VOLTA accorde ici à LAVOISIER et LAPLACE dans les expériences la part aussi large que possible. Il avait apporté à Paris son condensateur, montré et expliqué devant l'Académie sa nouvelle invention, lu le Mémoire, dans lequel, au § XCV, il exprime l'espoir de pouvoir avec ce nouvel instrument découvrir le dégagement de l'électricité, qui, d'après ses vues, devait très probablement accompagner l'évaporisation, la raréfaction de l'air comme toute autre désagrégation de la matière; il ne lui manquait que l'occasion de faire les expériences sur une grande échelle; elle lui fut offerte par LAVOISIER.

D'ailleurs VOLTA ne s'attribuait pas lui-même le mérite de sa conjecture. Dans le Mémoire, envoyé à Londres et qui y fut lu le 14 Mars 1782, il dit à ce sujet expressément: „Je sais de plusieurs qui ont en vain tenté des expériences spécialement sur l'évaporation (FRANKLIN, DE SAUSSURE, WENLY, CAVALLO) et qui enfin ont renoncé à l'espoir d'obtenir des signes d'électricité, et je n'en connais aucun à qui il est arrivé d'en obtenir. Mes propres expériences n'avaient pas eu meilleur succès, mais malgré cela bien loin de renoncer à tout espoir, je continuai toujours plus à le nourrir".

D'autre part, voici en quels termes emphatiques on a enregistré l'expérience, en ce temps fameuse, dans *l'Histoire de l'Académie, Année* 1781.

„Mrs. LAVOISIER & DE LA PLACE ont observé qu'en dégageant de l'air enflammable, de l'air nitreux, de l'air acide des métaux ou de la craie, le résidu acquéroit une électricité négative très-sensible. L'eau en se vaporisant, leur a paru donner au contraire des signes d'électricité positive, une seule fois elle a paru négative; peut-être cette différence tient-elle à la décomposition de l'eau qui aura eu lieu dans une de ces expériences plus que dans les autres, ce qui se rapprocheroit alors du résultat des premières expériences. On en peut conclure que des variations dans l'état électrique des corps, comme des variations dans leur température, accompagnent presque tous les changements qui arrivent dans l'état de ces corps ou dans leurs principes. Depuis la renaissance des sciences, chaque génération enlève à la Nature un des voiles qui la couvrent, & ose entrevoir sous ceux qui lui restent, quelques uns des objets que les générations suivantes doivent dévoiler".

Ici il n'est question ni de VOLTA, ni de son condensateur. De plus, l'expérience se trouve antidatée d'un an. Elle est rapportée dans l'Histoire de 1781 (*Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année* M.DCCLXXXI. *Avec les*

Digitized by Google

Mémoires pour la même Année. A Paris, de l'Imprimerie Royale M.DCCLXXIV. p. 6.) A la page 272 de ce volume se trouve le Mémoire de LAVOISIER et LAPLACE auquel il est renvoyé dans *l'Histoire.* La note marginale, qui ordinairement fait connaître la date de la lecture du Mémoire, manque.

[5]) VOLTA a écrit deux Mémoires sur le condensateur: 1°. celui, lu à la Société Royale de Londres et inséré en italien dans les *Philosophical Transactions*, Vol. LXXII. For the year 1782. Part 1, p. 237. Il est intitulé: *Del modo di render sensibilissima la più debole Elettricità sia Naturale, sia Artificiale. By* Mr. ALEXANDER VOLTA, Professor of *Experimental Philosophy in Como &c. &c.; communicated by the Right Hon.* GEORGE *Earl* COWPER, F. R. S. Read March 14, 1782. Une traduction anglaise se trouve ajoutée p. VII de l'Appendice qui suit la page 302 de ce volume.

2°. L'autre Mémoire, dont nous avons cité l'Addition dans la note précédente, a été inséré dans le Journal: *Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur les arts, avec des Planches en taille douce, dediées à Mr. le Comte d'Artois,* [*Journal de* ROZIER] *Tome* XXII, *Janvier* 1783, p. 325, sous le titre: *Mémoire sur les grands avantages d'une espèce d'Isolement très-imparfait* par M. DE VOLTA, traduit de l'Italien par M^{xxx}. Le Mémoire est continué dans le *Tome* XXXIII, *Juillet* 1783, p. 3 et *Aoust* 1783, p. 81.

Il semble que quelques auteurs ont considéré ces deux Mémoires comme identiques. ANTINORI, dans la *Collezione dell' Opere del Cavaliere Conte* ALESSANDRO VOLTA *Patrizio Comasco: Firenze, nella Stamperia di Guglielmo Piatti* MDCCCXVI *Tomo* I, *Parte* I, p. 221, ne reproduit que le premier.

M. F. FOSSATI, dans sa *Bibliografia Voltiana* remarque avec raison que les deux Mémoires constituent deux travaux différents, écrits à différentes époques. En effet, VOLTA, comme nous l'avons vu dans la note précédente, remarque dans l'Addition au Mémoire français que ce dernier est pour la plus grande partie de deux ans plus ancien que le Mémoire italien. Le Mémoire français comprend, outre l'Addition, CIV numéros ou paragraphes; le Mémoire italien n'en compte que LII. Tous les deux contiennent dans l'Addition ou l'Appendix la relation des expériences sur l'électricité dégagée par l'évaporation de l'eau ou par la production de gaz dans les actions chimiques. Tous les deux aussi sont des modèles classiques de l'art expérimental. Le premier est surtout intéressant pour l'histoire de la manière dont VOLTA a été conduit *passo passo,* comme il le dit, à la construction de son condensateur.

[6]) Ce Mémoire n'a pas paru dans le *Journal* de ROZIER.

Digitized by Google

II.

M. VAN MARUM a A. VOLTA.

23 Aout 1785.

La lettre se trouve à Milan, R. Istituto Lombardo.
Elle fait suite à une lettre que nous ne connaissons pas.
VOLTA y répondit par la lettre III.

A. M. VOLTA.

Monsieur.

J'espere que vous aurez reçu, ou que vous recevrez bientot la description d'une très grande machine electrique [1]), que j'ai publié ces jours, et que M. Vicq d'Azyr a Paris m'a promis de le vous faire parvenir. J'ai donné dans la preface les raisons qui m'ont excité de faire construire une machine de cette grandeur, et dont la force surpasse beaucoup tout ce qu'on a obtenu jusqu'ici. Rien ne me sera plus agreable, que de scavoir vos remarques sur ce que j'ai fait, que je vous prie de me communiquer sincerement et sans retenue. Je ne cherche rien plus ardemment, que d'etudier la nature, et de trouver la verité. Si vous voulez me daigner de m'assister dans mes recherches, et me faire part de vos vues pour des nouveaux experiments par une si grande force electrique, qui vous paraitront pouvoir donner occasion a nouvelles découvertes vous m'obligerez infiniment; d'autant plus puisqu'il y a si peu de savants, qui ont si bien approfondi cette science.

Digitized by Google

J'aurai l'honneur de vous faire parvenir la suite de mes experiences, aussi tot qu'elles seront imprimées. J'espere de recevoir bientot votre reponse pour être assuré, que vous avez bien reçu mon ouvrage.

J'ai l'honneur d'etre avec la plus parfaite consideration

Monsieur

Votre tout Humble et tres obeissant serv.

M. VAN MARUM.

Harlem ce 23. Aout 1785.

Je crains que mes dernieres lettres que je vous ai écrit il y a peut etre 1½ ou 2 ans, ne vous sera parvenue, puisque je n'ai rien reçu de votre part depuis ce temps. Ayez la bonté Monsieur de m'ecrire quelle est la maniere la plus sure, et la moins precieuse pour entretenir notre correspondance, que je vous prie de vouloir continuer avec moi.

NOTES.

[1]) *Description d'une très grande Machine Electrique, placée dans le Muséum de Teyler à Haarlem, et des Expériments faits par le moyen de cette Machine par* MARTINUS VAN MARUM, *Docteur en philosophie et en Médicine, Directeur du Cabinet d'histoire naturelle de la Société hollandaise des sciences, des Cabinets de Physique et d'histoire naturelle et bibliothécaire du Muséum de Teyler, correspondant de l'Académie royale des Sciences de Paris, membre de la Société hollandaise, de celle de Rotterdam, de Flessingue, et d'Utrecht. A Haarlem, chez Jean Enschedé et fils, et Jean van Walré* 1785.

Ce Mémoire, écrit en français et en hollandais, illustré de plusieurs grandes planches en taille-douce, forme la troisième livraison (Derde stuk) des *Verhandelingen, uitgegeeven door Teylers Tweede Genootschap.* Il contient, outre la description de la Machine, dont les deux plateaux mesuraient 65 pouces anglais ou 1.64 m. de diamètre, celle des expériences sur la distance explosive (traits de feu de 60 centimètres de longueur et de la grosseur d'un tuyau de plume avec de nom-

Digitized by Google

breuses ramifications), sur les aigrettes de 25 à 27 centimètres de longueur, sur la quantité d'électricité fournie par la machine (70 à 80 décharges spontanées par minute d'une bouteille d'un pied carré de surface avec une distance explosive de 100 mm.) et sur l'action à distance (attraction d'un fil à 38 pieds de distance).

Dans la seconde partie de ce Mémoire, VAN MARUM examine l'effet exercé par l'électricité sur le pouls et le trouve nul; il étudie l'influence des effluves électriques sur divers gaz, et démontre que les fortes décharges „s'élancent aussi promptement dans de certains cas sur les pointes aigues, que sur des boules".

La troisième partie contient la description de la grande batterie de 135 bouteilles, chacune d'un pied carré d'armure, celle des effets mécaniques, caloriques et magnétiques de la décharge, ainsi que les expériences sur la „révification des chaux métalliques et la calcination du metaux", produites par la décharge.

Digitized by Google

III.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

8 mars 1786.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à la lettre II.

Monsieur.

J'ai reçu, il y a plusieurs mois, votre obligeante lettre; mais je n'ai reçu que dernièrement l'ouvrage imprimé contenant la description de cette étonnante Machine électrique, que vous avez fait construire. Je vous suis très-obligé d'un tel présent, et je sens tout le prix de votre amitié. Avec quelle satisfaction je passerais encore quelques jours chez vous! Que je serois heureux d'assister aux expériences frappantes et instructives, que vous ferez sans cesse avec une telle machine!

Je ne vous dirai pas combien j'ai été frapé de celles que vous avez déja faites, et de la quantité prodigieuse de fluide électrique, qui est mise en mouvement, et de tous les moyens employés pour empecher la dispersion de l'électricité. Je me prens la liberté seulement de vous engager à augmenter autant que l'emplacement vous le permet le premier conducteur, en ajoutant plusieurs autres pièces aux cinq représentées pl. II fig. 2. Vous obtiendrez par là, sinon une étincelle plus longue, une qui sera plus large, et plus foudroyante, à proportion qu'elle sera formée d'une plus grande quantité de fluide électrique. Voulez-vous voir en

Digitized by Google

effet, que votre conducteur est trop petit vû la quantité étonnante de fluide que fournissent les deux plateaux? Un seul tour, et même moins, suffit pour le charger au maximum. Faites-le donc d'une telle capacité, qu'il faille trois à quatre tour des plateaux pour l'électriser au plus haut degré. Je me suis occupé particulièrement de la capacité des conducteurs électriques, et des effets que produit l'étincelle déchargée avec un degré d'intensité donné, suivant la grandeur de cette capacité, dans une lettre à Mr. DE SAUSSURE, publiée dans le Journal de Physique pour l'année 1778 ou 1779 [1]).

Parmi les phénomènes nouveaux que vous avez obtenu à l'aide d'une si grande force électrique, je fais un grand cas des ramifications que jette l'étincelle représentée pl. III. Ces rameaux marquent visiblement la direction du fluide électrique [2]). Comme on avoit repandu des doutes sur cette direction, en disant qu'on pourroit la supposer à l'opposite; et comme il s'est élevé dans ces derniers tems une secte, qui prétend ressusciter les deux fluides électriques antagonistes, qui se vont à la rencontre, et s'enflamment par ce choc, j'avois imaginé quelques expériences, qui pûssent détruire cette duplicité de torrents électriques, une entre autres paroissoit mettre la chose en plein jour; cependant elle ne portoit pas avec soi cette evidence, que je trouve dans ces rameaux, qui faisant tous un angle aigu vers la partie ou l'on suppose que le fluide est dirigé, montrent que ces parcelles échappées lateralement retiennent encore du mouvement commun à toute l'étincelle, et qu'on ne se trompe par conséquent pas en n'admettant qu'un seul courant de fluide électrique, et en lui assignant la direction que la théorie Franklinienne suppose. Tous les électriciens *orthodoxes* vous doivent donc savoir gré, Monsieur, d'avoir porté le dernier coup à l'hérésie des *dualistes*, aux nouveau partisans des DU FAY, des NOLLETS et des SYMMERS.

Digitized by Google

Je dois à votre instigation vous proposer quelques expériences, que je serois bien aise que vous fîtes. L'air électrisé je suis persuadé qu'il doit devenir rare à raison de la répulsion électrique qu'acquerront ses particules, comme celles d'un flocon de laine ou de soye électrisé: j'ai même vu des expériences, où l'air électrisé par une effusion copieuse du premier conducteur garni de pointes, s'élevoit vers le haut de la chambre: des fils de lin pendants de la muraille près de la voute, divergeoient après quelque tems que l'air avoit été bien électrisé, beaucoup plus que d'autres fils pendants de la même muraille vers le plancher, ou à la moitié de la hauteur de la chambre. C'est chez Mr. MARAT [3]) à Paris, que je vis la premiere fois cette expérience, et j'en compris bientôt la cause, c'est-à-dire l'air rarefié par l'électricité qui monte. Mais Mr. MARAT, singulier en tout, me soutenoit, que c'étoit le fluide électrique lui-même qui surnageoit à l'air: quelle étrange supposition! J'espere que vous ne trouverez pas étrange la mienne; et je vous invite à la vérifier en remplissant un grand vase d'air fortement électrisé à l'aide de votre grande machine, que vous peserez à une balance délicate: je ne doute guère que vous ne trouviez cet air plus leger qu'un volume égal d'air à la même température, mais non électrisé. Lorsque des nuages électriques repandent l'électricité dans l'air, et le rarefient par là, est-il étonnant que le baromètre baisse. Avez-vous, Monsieur, des thermomètres [lisez: électromètres] comparables? Je suis parvenu à rendre tel celui de Henley. Vous pourriez essayer avec un électromètre de cette espece en quelle raison diminue par les espaces l'action des atmospheres électriques.

L'effusion copieuse du fluide électrique dans l'air soutenue un certain tems n'altereroit point sa qualité respirable? Il faut l'essayer avec un bon Eudiometre.

Digitized by Google

L'évaporation de l'eau n'augmenteroit-elle pas au milieu de l'air électrisé soit positivement, soit négativement? Un tel air n'en prendroit-il pas une plus forte dose pour sa saturation? L'hygromètre à cheveux de M. DE SAUSSURE peut éclaircir ce point.

Vous aurez vu dans un memoire de Mr. CAVENDISH que l'étincelle électrique change en acide nitreux un mélange d'air dephlogistiqué et d'air phlogistiqué dans la proportion si je me rappelle bien de 3. parties du premier et de 5. du dernier [4]). Vous pouvez faire cette expérience en grand.

Je voudrois aussi que vous imaginassiez un appareil pour frapper avec une tempête d'étincelles électriques la vapeur de l'eau, et recueillir le fluide élastique permanent ou espece d'air qui pourroit s'engendrer.

Il vous reste encore un vaste champ pour reduire à ses justes limites l'influence de l'électricité sur l'économie animale et vegetale. Premièrement celle des simples atmospheres électriques. En second lieu l'influence de l'air électrisé reellement. 3°. L'action des courants électriques qui traversent doucemen les corps organiques, sans fracas, et sans commotion. 4°. Enfin l'action sur ces mêmes corps des étincelles plus ou moins foudroyantes ecc. Partout il faudra comparer les effets des deux électricités positive, et negative, d'une électricité passagere, d'une qui opere à intervalles, d'une autre soutenue constamment des heures et des jours entiers, les effets d'une alternative frequente d'une espece d'électricité à l'autre ec. Votre appareil, Monsieur est le meilleur qui existe pour toute ces expériences, vos connoissances, votre adresse et votre ardeur font reconnoitre en vous les meilleurs dispositions pour éclaircir une foule de questions, et perfectionner la theorie et la pratique de l'électricité. Tous les électriciens, que dis-je? tous les physiciens, les naturalistes, les medecins doivent vous exhorter à pousser

Digitized by Google

loin vos recherches. Je le fais avec plus de complaisance, et de confiance que tous les autres, moi qui ai l'honneur de vous connoitre particulièrement, et d'être avec un plus grand dévouement et une estime distinguée.

Monsieur

Votre très-humble très-obeissant serviteur

A. VOLTA.

à Pavie ce 8.me Mars 1786.

P.S. J'ai été toûjours incrédule sur l'expérience de Mr. ACHARD, de faire éclore des poulets par la seule electricité sans chaleur [5]). Ferez-vous des essays la dessus?

NOTES.

[1]) La *Lettera da Como ad* ORAZIO BENEDETTO DE SAUSSURE *a Ginevra* a paru d'abord dans les *Opusculi scelti sulle scienze e sulle arti raccolti dell'ab.* CARLO AMORETTI. T. I. (1778) pp. 273—280, 289—312 (FOSSATI), puis en français dans le *Journal de* ROZIER, Tome XIII, (1779) p. 249, sous le titre: *Observations Sur la capacité des Conducteurs electriques, & Sur la commotion égale à celle de la bouteille de Leyde, que peut donner un simple Conducteur; Contenues dans une Lettre de* M. D. ALEXANDRE VOLTA *à M.* DE SAUSSURE, *traduite de l'Italien.*

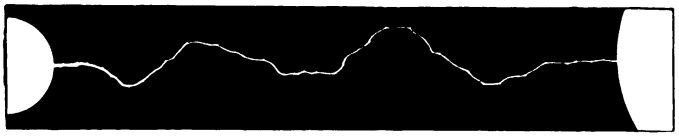
Dans la *Collezione dell' Opere del Cavaliere Conte* ALEXANDRE VOLTA elle occupe les pages 165 à 218 du Tome I. Parte I.

Ce remarquable Mémoire est la première étude expérimentale quelque peu approfondie que nous connaissons sur la capacité des conducteurs. VOLTA y démontre que, à surfaces égales, les conducteurs cylindriques ont une capacité d'autant plus grande que leur figure est plus allongée. Il construit un conducteur formé de douze bâtons argentés, chacun d'un pied carré de surface, disposés en file, de manière à former ensemble un conducteur de 96 pieds de longueur. Il trouve que la capacité égale celle d'une petite bouteille de Leyde de 16 pouces carrés de surface armée. Il les dispose, suspendus à des cordons de soie, en plusieurs rangées superposées et obtient ainsi un conducteur de capacité à peu près égale tant que la distance de ces files entre elles est assez grande pour empêcher

Digitized by Google

qu'elles ne se trouvent dans *l'atmosphère électrique* des plus voisines. Il donne de l'influence de la distance des différents points d'un même conducteur sur la capacité une explication basée sur ce qu'il appelait alors les *atmosphères électriques*, c'est-à-dire sur l'effet de l'influence ou induction électrostatique.

[2]) Nous faisons suivre ici, réduite au huitième de sa grandeur, la partie de la planche III à laquelle se rapporte la remarque de VOLTA.



[3]) Le sinistre conventionnel Jean, Paul Marat. Il a publié deux ouvrages sur l'électricité: *Recherches physiques sur l'électricité* en 1781 et *Recherches sur l'électricité médicale* en 1784.

[4]) Au *Journal de* ROZIER Tome XXVII, (Aoust 1785). *Expériences sur l'Air; par* HENRI CAVENDISH, *Ecuyer, Membre de la Société Royale de Londres: Mémoire lu à la Société Royale le 2 Juin* 1785. L'expérience se trouve décrite à la page 110. VAN MARUM et Paets van Troostwijk l'ont répétée, mais ont obtenu un résultat différent. Voir: *Verhandelingen, uitgegeven door Teyler's Tweede genootschap, Vierde Stuk* (1787) p. 181.

[5]) FRANZ CARL ACHARD, né à Berlin, le 28 Avril 1753, mort à Kunern, le 20 Avril 1821, directeur de la classe de physique de l'Académie des Sciences à Berlin: Le *Journal de* ROIZER contient une quantité d'articles de sa main, parmi lesquels, au Tome XX (Juillet 1782), un *Mémoire Sur une nouvelle manière de faire éclore des Œufs, au moyen de l'Electricité.* Il prétend avoir observé, qu'ayant exposé 16 œufs au degré d'électricité qui produit la même accélération de l'évaporation de l'eau qu'une chaleur de 32 degrés Réaumur, après 48 heures, un de ces œufs montra un petit commencement de développement, puis d'en avoir ouvert tous les jours un et d'avoir trouvé constamment le degré de développement de l'embryon proportionné au temps.

Malheureusement, une étincelle étant sortie du plat qui portait ces œufs, la commotion *tua probablement* les embryons, car le lendemain ils étaient tous morts. Quoique, selon ACHARD, l'on ne puisse douter que l'électricité soit suffisante pour faire éclore un poussin, il abandonne sagement à d'autres de continuer et de réussir cette expérience.

Digitized by Google

IV.

A. VOLTA a M. VAN MARUM.

26 juin 1786.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à une lettre que nous ne connaissons pas.

à Pavie ce 26me juin 1786.

Monsieur

J'ai repondu il y a quelques mois à votre lettre de l'année passée en vous remerciant de l'ouvrage que je venois de recevoir, et qui m'a fait le plus grand plaisir, et vous proposant quelques unes de mes idées, comme vous me le demandiez. Peu de tems après j'ai reçu une autre lettre de vous par le moyen d'un de vos amis, qui me l'envoya de Rome. A quoi bon lui faire faire un tour si long? Mais vous aviez raison de soupçonner la voye de la poste moins sure, n'ayant jamais reçu de reponse ni à la lettre de l'année passée, ni à celles, que vous dites m'avoir écrit précédemment, et qu'effectivement je n'ai pas reçus. Il me se présente une occasion favorable de vous remettre celle-ci par la voye d'une dame de très-grande considération, dont vous serez content de faire la connoissance aussi bien que de son mari. C'est Me. la Marquise et Mr. le Marquis DE BOTTA ADORNO qui feront un tour en Hollande à l'occasion d'un voyage entrepris pour la santé de Madame. Veuillez, Monsieur, les accueillir avec distinction, et satisfaire à leur noble envie de voir tout ce qui a rapport aux Sciences et aux arts pour enrichir de nouvelles connoissances leur esprit déja fort instruit en cultivé [1]).

Digitized by Google

Parmi les expériences que je voudrois que vous fîtes avec votre grande machine il y a celle de faire détonner le nitre fondu en y dirigeant l'aigrette électrique: cette expérience de Mr. Achard merite bien d'être verifiée [2]), En voila une autre: la chaleur d'une grande aigrette est sensible sur un thermomètre qu'on y plonge: je serois curieux de savoir jusqu'à quel dégré vous pouvez l'élever. Encore une autre. Pour voir si le fluide électr. a quelque acidité par lui-même, faire briller longtemps l'aigrette dans un recipient d'air inflammable où l'on aura mis une liqueur alcaline ou de la teinture de tur.

Votre très-humble, très-obéissant serviteur
A. VOLTA.

A Monsieur
Monsieur le docteur VAN MARUM, directeur
de Cabinet de Teyler
à Harlem.

NOTES.

[1]) D'après l'Album des Visiteurs, la Marquise BOTTA ADORNO, née ARCONATI, et le Marquis visitèrent le Musée de la Société hollandaise le 6 août 1786.

[2]) La vérification n'a eu aucun succès. VAN MARUM en rend compte dans les termes suivants *(Verhandelingen uitgegeeven door Teyler's Tweede genootschap, Negende Stuk,* 1795, pag. 132):

„M. A. VOLTA m'a prié de faire passer des rayons de notre machine sur la surface du nitre en fusion et rougissant, pour observer, si quelque détonnation du nitre en est l'effet. J'ai exposé la surface du nitre rougissant à l'action des rayons les plus forts, et ayant placé le nitre sur le feu pendant l'expérience, je l'ai continué un quart d'heure: mais je n'ai observé aucune détonnation du nitre. Examinant le nitre, après qu'il étoit refroidi, je trouvai qu'il n'étoit point du tout alcalisé."

Digitized by Google

V.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

7 mai 1787.

La copie se trouve à Harlem. Soc. holl. des Sciences.
Volta y répondit par la lettre VI.

à. M. VOLTA, 7 Mey 1787.

Monsieur!

J'ai l'honneur de vous faire part, que j'ai expedié, il y a deja cinq semaines à votre adresse la continuation de mes experiences électriques faites avec la Machine Teylerienne [1]). Un marchand Italien, nommé CIEVINS (de la compagnie de Freres BIANCHI) qui m'a dit plusieurs fois d'être connu chez vous, partant d'ici environ la moitié de mai pour Milan, je lui ai confié le paquet pour vous. Comme il est fort difficile de trouver ici l'occasion de transport pour Italie, jai voulu profiter de l'occasion pour faire parvenir mon livre, quoiqu'il n'étoit pas entierement achevé. Il y manque un supplément contenant une esquisse de la Theorie de M. LAVOISIER, mais comme j'ai donné le supplement uniquement en Hollandais, il sera peut-être inutile de le vous faire parvenir par une autre occasion, aussi il contient rien de nouveau pour vous. Le grand nombre de planches difficiles, qui se trouvent dans ce volume, en a retardé l'édition plus longtems que j'ai pu soupçonner. Je soumets, Monsieur, mon travail à votre jugement, vous priant de me communiquer sincerement vos remarques, si vous trouvez que je suis tombé en des erreurs; si cette

Digitized by Google

partie de mes recherches pourra vous plaire, je me sentirai certainement fort encouragé par là, puis qu'il y a si peu de savants qui les peuvent si bien apprécier.

Dans ce volume vous ne trouverez pas le detail des expériences, que vous m'avez proposé par vos lettres, vous en trouverez la raison dans la préface [2]). Je décrirai dans le volume suivant toutes les expériences, dont Ies idées me sont communiquées, vous y trouverez donc aussi les votres. En attendant je vous communiquerai par celle-ci les résultats de quelqu'unes. Vous m'avez conseillé d'augmenter le conducteur de notre machine, autant que l'emplacement le pourroit permettre, suivant vos expériences sur la capacité des conducteurs, qui me sont connus depuis que vous les avez publié dans le Journal de Physique; j'en aurais deja fait l'épreuve avant de donner le premier volume de mes experiences, mais je craignois que notre atmosphère seroit trop humide dans nos pays pour gagner de force, en augmentant le conducteur de notres machine; fondant mes soupçons sur des experiences, que j'avais fait en 1782 concernant l'aggrandissement d'un conducteur pour une machine de deux plateaux à 33 pouces de diamètre que vous avez vu chez moi en decemb. 1781. Pour suivre vos conseils j'ai pourtant fait faire un conducteur de carton de 4 pouces de diametre et 30 pieds de longueur, enduit de feüilles épaisses d'étain. Ce conducteur est proprement fait, bien poli et entièrement depourvu de bords ou tout ce qui pourrait faciliter l'issue du fluide électrique. J'ai placé ce conducteur en ligne droite avec la dernière partie de notre conducteur de cuivre marqué [H] pl. II du premier volume mais quoique j'en ai fait deux fois l'épreuve je n'ai pu gagner de force; au contraire (pour ne parler de la petite longueur des rayons) on pouvoit évidemment sentir, en les faisant passer par son corps qu'ils avaient une moindre

Digitized by Google

force. C'étoit dans le mois de juin de l'année passée le vent étant nord. Cependant l'air n'était pas si favorable, que je le souhaiterois; depuis j'ai fait un voyage par Allemagne, ce qui m'a privé de l'occasion de repeter ces expériences plus exactement a un jour plus favorable de cette saison, ce que je me suis proposé de faire dans l'été prochain, ayant fait aussi constuire depuis ce temps des electometres, dont je me servirai pour cette experience et je vous en communiquerai le résultat.

2) Vous avez justement soupçonné que l'air electrisé est plus leger que l'air non electrisé. Ne voyant pas de quelle manière je pourrois peser l'air electrisé dans un grand vase, par le moyen d'une balance assez exacte, j'ai electrisé un ballon tres leger rempli par un melange d'air inflammable et d'air commun de maniere que le ballon etoit un petit peu trop pesant pour s'élever. En electrisant, j'ai vu qui s'élevoit; j'en peserai la force en proportion de sa grandeur.

3) J'ai vu le thermomètre (placé dans le courant du fluide electrique de notre machine suivant la maniere de M. ADAMS) s'élever depuis .... jusqu'à .... [3]) degrès de Fahrenheit, je n'en doute pas que je pourrai élever un thermometre plus haut quand j'aurai reçu un d'Angletterre qui sera plus propre pour cette expérience.

4) L'étincelle électrique reçue sur la surface du nitre fondu et même rougi au plus haut degré ni l'alcalise pas, ni cause aucun changement sur sa surface.

Voila, Monsieur, les résultats de quelques expériences que vous m'avez proposé. De celles qui restent je parlerai à une autre occasion, puis que je dois me hâter de finir ces lettres, pour les faire partir aujourdhui, les ayant deja trop longtemps differé à cause des occupations continuelles, qui ne m'ont pas laissé le tems.

En attendant je vous prie instamment Monsieur, de

Digitized by Google

vouloir bien me communiquer bientôt vos idées pour de nouvelles expériences que vous pourriez juger d'être dignes de faire avec notre machine, outre celles, que vous m'avez deja donné, comme je me haterai de finir toutes les expériences qui me sont communiqué par plusieurs savants et d'en publier les détails dans le troisième volume, il me ferait plaisir de recevoir bientôt ce que vous voulez communiquer. Il y a fort peu de sçavants Monsieur, qui ont si bien approfondi la Science de l'electricité que vous; j'attends donc de votre part le plus grand nombre des idées nouvelles. Je vous prie donc de me répondre en peu de tems par la poste quand vous aurez reçu mon écrit, desirant beaucoup de recevoir quelques nouvelles de votre part. Je suis avec le plus grand devouement et l'estime la plus distinguée.

Votre trésh.

NOTES.

[1]) *Première continuation des Expériences, faites par le moyen de la Machine électrique Teylerienne, par* MARTINUS VAN MARUM, *etc. A Harlem, chez Jean Enschedé et fils et Jean van Walré,* 1787, dans les *Verhandelingen uitgegeeven door Teyler's Tweede Genootschap, vierde stuk.*

Ce volume contient: 1. La description de la batterie de 225 pieds carrés de verre garni et des expériences qui en démontrent la grande force. 2. Les expériences sur la fusion des métaux et les instructions que VAN MARUM en déduit pour les paratonnerres. 3. Les observations sur la fusion de différents fils de métaux. 4. Les expériences sur la calcination des métaux. 5. Ces mêmes expériences dans des gaz différents et 6. Sous l'eau, 7. Expériences pour fixer le choix du métal qui doit servir pour les paratonnerres. 8. Sur les commotions produites quand les décharges se font sous l'eau. 9. Effets chimiques des effluves électriques. 10. Expériences avec des ballons électrisés, considérations sur les nuages électriques, imitation de la foudre.

A la fin du volume VAN MARUM donne, dans un *Aanhangsel dienende ter opheldering van eenige zaaken, in dit stuk voorkomende.* (Appendice pour servir

Digitized by Google

à éclaircir quelques matières traitées dans ce Mémoire), un exposé des principes de la nouvelle chimie de LAVOISIER. Ayant rencontré, lors de son séjour à Paris en 1785, LAVOISIER, MONGE et BERTHOLLET et assisté à leurs expériences, VAN MARUM s'est mis á étudier pendant l'hiver suivant la théorie chimique Lavoisiérienne, comme il l'appelle. Complètement converti aux idées nouvelles, il a composé le Précis de la nouvelle chimie à l'usage de ses compatriotes. C'est un véritable chef-d'œuvre de clarté et de concision. D'abord reçu avec quelque méfiance, cet écrit a bientôt exercé une très grande influence sur les progrès de la chimie, en gagnant à la théorie de LAVOISIER de nouveaux adeptes en DEIMAN, PAETS VAN TROOSTWIJK, LAUWERENBURG, KASTELEYN, et donnant l'essor aux recherches des chimistes hollandais.

[2]) On lit dans la Préface: „Ce volume ne contient pas toutes les expériences, que j'ai faites cette année par le moyen de notre machine: parce qu'on a jugé pour plus d'une raison, qu'il ne conviendroit pas de rendre ce volume beaucoup plus gros, que le premier; ce qui en auroit aussi retardé plus longtems l'édition. De la vient, qu'on ne trouve pas dans ce volume la description de ces expériences, qui me sont proposées par plusieurs Electriens..... J'ai cru de ne devoir pas en faire un choix."

Après avoir de nouveau fait appel aux Physiciens pour lui proposer de nouvelles expériences et lui communiquer leurs remarques, VAN MARUM termine sa préface par ces mots:

„Comme mon but principal est de contribuer en quelque chose aux progrès de la Physique, toutes réflexions bien fondées me seront toujours agréables, de quelque côté qu'elles me viennent, puisque je ne m'interesse pas moins à découvrir une erreur, qu'à trouver une vérité inconnue.

Quid verum ... curo, et rogo et omnis in hoc sum"

[3]) Dans la minute les chiffres ont été laissés en blanc. Voir la lettre N°. IX.

Digitized by Google

VI.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

6 juin 1787.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à la lettre V.

Monsieur

Je suis sûr de vous faire un des meilleurs présents, Monsieur, en vous procurant la connoissance personnelle de Mr. le chevalier LANDRIANI [1]), que vous connoissez sans doute de renommée. Il va entreprendre un long voyage dans les parties les plus cultivées de l'Europe, et c'est un de ses principaux objets celui de profiter de la connoissance des hommes célebres, et des établissements utiles. Il est un des plus grands amis que j'aye et nous sommes toûjours en communication des recherches physiques; en outre sa compagnie m'est fort chere à plusieurs autres égards, comme elle est aimable et recherchée partout. Voila bien des tîtres pour vous le recommander, et pour esperer, que vous voudrez faire tout ce qui dépend de vous pour lui rendre ce séjour agréable, et celui qu'il fera dans les autres villes de Hollande. En m'obligeant par là infiniment vous me donnerez de nou-

Digitized by Google

velles preuves de votre amitié, à laquelle je suis bien sensible, et que mon coeur paije de retour, étant à toute épreuve

Monsieur

Votre très-humble et très-obéissant
serviteur et ami
A. VOLTA.

à Pavie ce 6me juin 1787.

P.S. Je vais vous écrire une autre lettre, que vous recevrez avant celle-ci, pour vous remercier de la 2me partie des expériences électriques qu'il vous a plu de m'envoyer, et que j'ai reçue il y a peu de jours. Je vous communiquerai aussi les idées qui me sont venües comme vous l'exigez.

A Monsieur
Monsieur VAN MARUM,
directeur du Cabinet de Teyler
à Harlem.

NOTES.

[1]) Le chevalier MARSIGLIO LANDRIANI, maréchal de cour du duc ALBERT de Saxe-Teschen à Vienne, auteur de plusieurs Mémoires de physique et de météorologie. Après sa visite à Harlem, en novembre 1789, il resta en correspondance avec VAN MARUM jusqu'en 1791.

Digitized by Google

VII.

A. VOLTA a M. VAN MARUM.

25 juin 1687.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle fait suite à la lettre VI.
Van Marum y répondit par la lettre VIII.

Monsieur

J'ai reçu la *premiere continuation* des expériences faites avec votre grande Machine Electrique, et l'ai luë avec avidité. Ces expériences sur la fusion et la calcination des différents métaux sont très-curieuses, et très-interessantes. Il y en a quelques autres, qui le sont encore davantage; et celles que vous nous faites esperer dans peu, comme vous étant suggérées par des Physiciens éclairés, l'emporteront sur toutes les autres. Je ne parle pas de celles que je vous ai proposées moi, qui se reduisent à peu de chose, et aux quelles vous avez deja repondu en partie par la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire dernierement, et que j'ai reçu il y a peu de jours; mais surement vous avez continué vos expériences sur l'Electricité médicale, et vous avez fini de détruire le Phanatisme qui regne là-dessus chez plusieurs Medecins et Physiciens. Après avoir reduit à sa juste valeur l'Electricité qui guerit (si tant est qu'elle guerisse aucune indisposition, dont je doute fort, excepté quelques cas fort rares) vous vous serez sans doute appliqué à étudier

Digitized by Google

l'électricité qui tuë, c'est-à-dire les effets que produit sur le corps des animaux la decharge foudroyante de votre terrible Batterie électrique.

Ce n'est plus en petit, que vous imitez par celle-ci les effets de la foudre; et il n'y a pas de gros animal, que vous ne puissiez terrasser. Or en plaçant l'animal à votre gré, et dirigeant la décharge à travers l'une ou l'autre partie de son corps, ou sur sa surface, en augmentant ou modérant cette décharge ecc. vous avez eu sans doute de résultats nouveaux et inattendus, qui repandront un nouveau jour sur l'action du fluide électrique, si non sur sa nature, et sur l'économie même et les fonctions animales. Mais je vous laisse ce sujet, et tant d'autres pour revenir aux expériences que je vous proposai l'année passée. J'ajouterai donc ici, puisque vous le demandez, Monsieur, les reflexions, que les résultats dont vous me faites part, m'ont fait naitre.

D'abord quant aux effets d'un conducteur beaucoup plus étendu que celui, que vous avez adapté à votre Machine; je ne prétens pas que les étincelles doivent éclater à une plus grande distance, moins encore que l'Electromètre s'éleve à un plus haut dégré; au contraire comme la dispersion de l'électricité devient plus aisée je suis d'accord, que l'Electrometre s'éleve un peu moins. Mais je soutiens, que avec la même *intensité* d'électricité, même avec une intensité un peu moindre, l'étincelle qui part d'un conducteur beaucoup plus grand faira plus d'effet sur le corps qu'il frappe, et qu'il traverse, qu'il donnera une plus forte sécousse, qu'il fondra davantage une feuille mince d'or, qu'il allumera plus aisément les corps combustibles ecc. ce qu'on comprend très-bien en considerant que les effets produits par un torrent électrique doivent être non seulement en raison de la *vitesse* ou force avec laquelle le fluide est lancé, mais aussi en raison de la *quantité* de fluide, qui est lancé avec cette vitesse.

Digitized by Google

quantité qui repond à la *capacité* du conducteur qu'on decharge. Et qu'est-ce qui fait produire aux bouteilles de Leyde, aux Batteries électriques de si grands effets, si ce n'est leur très-grande *capacité*? Car ce n'est pas seulement *l'intensité*, qui arrivée à un certain degré de l'Electrometre les fait éclater ou decharger spontanément, dégré de beaucoup inférieur à celui qu'atteint l'électricité du premier conducteur. Or donc on peut à force d'augmenter la grandeur d'un conducteur, le reduire à une capacité égale à celle d'une bouteille de Leyde, comme j'ai demontré dans mon Mémoire *sur la Capacité des Conducteurs*; et alors ce conducteur produira par sa décharge des effets aussi grands que la bouteille de Leyde, et plus grands encore, pouvant s'électriser à un plus haut degré de l'Electromètre, que ne le peut celle-ci, vu qu'elle est sujette à éclater. Mais de quelle longueur faut-il faire un conducteur cilyndrique du diametre d'un pouce environ, pour qu'il ait une capacité égale à celle d'une bouteille d'un pied quarré de garniture? J'avois calculé dans le mémoire cité ci-dessus 800. piés, mais calculant d'après de nouvelles expériences que j'ai faites avec plus d'exactitude, je trouve qu'il faut la longueur de plus de 1000. pieds.

L'expérience des Ballons aërostatiques devenus plus legers lorsque vous les avez électrisés, est, on ne peut plus, jolie, et instructive en même tems; quoique je ne pense pas qu'elle demontre directement que l'air électrisé se dilate. On a plus raison de dire, que c'est l'enveloppe même, cette pellicule si souple, qui par la repulsion électrique s'étend au dehors et se gonfle, comme se gonfle un faisceau de fils, un petit sac de toile, un bas de soye qu'on électrise: gonflement qui surement ne vient pas de l'air dilaté en dedans, puisqu'il communique avec l'extérieur. Il est vrai, que sitôt que le ballon aérostatique se gonfle, l'air contenu doit s'y dilater pour occuper un plus grand espace, mais il s'agit de savoir

Digitized by Google

si l'électricité dont il est imbu lui-même, indépendamment de l'enveloppe ou de toute autre circonstance, est capable de le dilater, si ses particules acquierrent par l'électricité une plus grande force de répulsion, une grande expansibilité, comme elles l'acquierrent par une augmentation de chaleur; si non seulement les particules externes d'une masse d'air électrisée acquierrent cette tendance à s'écarter, selon les loix des mouvements électriques, mais aussi les particules internes: ce que je ne saurois pas bien concevoir, vu que les mouvements électriques n'ont pas lieu dans ce qu'on appelle le *puits électrique*, c'est-à-dire la cavité profonde d'un corps électrisé, mais seulement aux bords de cette cavité et à l'extérieur [1]). Il est vrai que dans les conducteurs aussi bien que dans les non-conducteurs solides l'électricité reside dans les surfaces uniquement et l'action seule se fait sentir aux parties internes, sans que le fluide électrique s'y condense ou s'y rarefie reellement; tandis que l'électricité repandue dans l'air se partage à toutes ses parties. Ce pourroit donc être là la cause que l'air se dilatât, interessant à cette dilatation toutes ses parties tant internes qu'externes. Mais si je puis concevoir une telle action du fluide électrique accumulé dans l'air, analogue à l'action du feu sur le même air, je ne puis de même me representer une semblable dilatation produite par l'électricité *négative*, savoir une diminution de la dose naturelle du fluide électrique. Il semble que par cette diminution, comme par celle du feu, l'air dût se condenser et alors l'analogie se soutiendroit, sans cela elle est en défaut dans un point principal. Je vous ai exposé, Monsieur, toutes ces difficultés qui combattent mon idée favorite de la dilatation de l'air par l'électricité, pour vous exciter à travailler à les détruire. L'expérience seule de Mr. MARAT, que je vous ai communiquée, pourroit peut-être suffire, mais elle est trop vague; je voudrois quelque chose

Digitized by Google

de plus déterminé; je voudrois peser à la balance et comparer le poids d'une masse d'air électrisé, une fois positivement, une autre fois négativement, avec une masse pareille d'air non électrisé.

N'avez-vous pas prouvé quelle est la plus grande distance à la quelle se fait sentir l'électricité de votre grande machine? faisant impression sur un de ces électroscopes si sensibles de Mr. CAVALLO?[2]) Vous savez, qu'en élévant cet Electroscope armé d'un petit conducteur fait d'un fil de fer long de deux ou trois pieds, en l'élévant dis-je de la main sur sa tête en rase campagne, il ne manque presque jamais de donner des signes d'électricité, même quand l'air est serein. En repetant ces expériences de Mr. DE SAUSSURE il me vint dans l'idée d'ajouter à la pointe de ce petit conducteur une bougie allumée, ou une allumette, pour soutirer de plus loin l'électricité de l'athmosphere, et j'y reussis au de là de ce que j'avois esperé. Or je voudrois que vous déterminassiez la distance à la quelle ce même électroscope peut soutirer l'électricité de votre premier conducteur électrisé au plus haut point, en plaçant à ma manière l'allumette ou la bougie allumée sur cette Electroscope. Pour mieux representer les phénomenes d'un nuage électrique, et son action sur notre Electroscope atmosphérique, vous pourriez faire sortir de la plus haute fenêtre un bras portant un grand plateau sur une place ou une large cour; et au bas de cette cour ou de cette place élever contre ce plateau fortement électrisé l'électroscope surmonté du petit conducteur et de l'allumette brulante, jusqu'à la hauteur necessaire pour avoir des signes. En otant la piece allumée, et laissant à sa place une pointe très-fine, on verroit combien plus loin s'étend la force conductrice de la flamme. Mais il seroit bon de prouver cette force conductrice, et de la comparer avec celle des pointes pour soutirer l'électricité de l'air seul électrisé. Ces

Digitized by Google

expériences que je fais depuis peu sur l'électricité de l'athmosphère l'air étant serein m'apprennent qu'elle est prodigieuse cette force conductrice de la flamme, puisque le plus souvent les petites balles de mon Electroscope divergent en pleine campagne de deux lignes; tandis que sans me servir de l'allumette ou d'une autre flamme je ne puis obtenir tout au plus qu'une demie ligne, et qu'en doublant ou triplant l'élevation du conducteur je n'obtiens pas encore à beaucoup près des signes si marqués qu'avec un petit conducteur aidé de la dite flamme. Ne pourriez-vous donc pas porter en plein air votre grande machine et l'ayant fait jouer de maniere à repandre l'électricité dans l'air (qui se dilatera et s'élevera à mesure, selon mon aperçu) élever l'électroscope surmonté de son conducteur pointu, tantôt avec l'addition du corps brulant et tantôt sans lui, pour marquer les différences dans les signes qu'il donnera?

Je vous ai communiqué comment je viens de perfectionner l'Electroscope athmosphérique portatif. Je vous fairai part dans un autre occasion de ce que j'ai fait pour perfectionner et rendre *comparable* l'Electrometre à cadran [3]). Je me flatte d'y être parvenu.

Je suis, Monsieur, avec les sentiments les plus distingués.

Votre très-humble, très-obéissant serviteur.

ALEXANDRE VOLTA.

à Pavie ce 15^{me} juin 1787.

Hollande.

A Monsieur

Monsieur VAN MARUM Directeur du Cabinet de Teyler membre de diverses Académies

à Harlem.

Digitized by Google

NOTES.

[1]) D'après un passage du Mémoire de VOLTA, cité dans la note 1 de la lettre III, l'expérience du puits électrique, imaginée par BENJAMIN FRANKLIN, a été analysée par DE SAUSSURE dans son écrit *Dissertatio de Electricitate* etc. Genève, 1766.

[2]) L'électromètre de CAVALLO se composait simplement de deux petits pendules à boules de sureau, suspendus dans un tube ou un flacon de verre. CAVALLO en décrit quelques formes dans le Tome II de son ouvrage: „*A complete Treatise of Electricity, in theory and practice, with original experiments. By* TIBERIUS CAVALLO, *F. R. S. The third edition, in two volumes, containing the practice of medical electricity, besides other additions and alterations. London, printed for* C. DILLY, *in the Poultry.* M.DCC.LXXXVI, in-8°.

[3]) VOLTA parle de l'électromètre à quadrant de WILLIAM HENLEY, alors en fréquent usage et se composant d'un demi-cercle en laiton, dont le quadrant inférieur porte une division en degrés, attaché à une tige conductrice verticale. Au centre du demi-cercle est suspendu un petit pendule en mince fil métallique portant une petite boule.

Digitized by Google

VIII.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

15 avril 1788.

Le lettre se trouve à Milan, famille VOLTA [1]).
Elle est la réponse à la lettre VII.

Monsieur!

Je saisis cette occasion pour vous faire parvenir quelques dessins faits en calcinant des metaux par la décharge de notre batterie electrique [2]). Vous regardant Monsieur comme le *Princeps Electricorum*, j'ai l'honneur de vous offrir ces echantillons de notre force électrique; ce que je n'ai fait à personne. J'espere qu'ils vous feront quelque plaisir; au moins je vous prie de les regarder comme une marque de la haute estime que vos merites m'ont inspiré de vous.

Le porteur de cette lettre est M. LESTEVENON [3]), fils de l'ambassadeur de notre Republique à la Cour de France. M. LESTEVENON est mon confrere, comme membre de la Societé Teylerienne; et ayant assisté quelquefois dans cette qualité aux expériences que j'ai fait avec la machine électrique de notre Societé, il a vu plusieurs expériences, que j'ai publié, et en peut parler comme temoin oculaire. Aussi les deux grands dessins faits par la calcination d'un melange de plomb et d'etain, que vous recevez actuellement, sont formés sous ses yeux. M. LESTEVENON s'est proposé de faire un voyage par Italie pour son plaisir, et pour voir principalement les productions des arts dont il est connoisseur. Je

Digitized by Google

n'en doute pas, Monsieur, que vous serez content de faire sa connoissance. Il me fera plaisir si vous voulez le recevoir avec cette distinction qu'il merite, et lui donner des renseignements, qui lui pourront être utiles.

Je m'étois proposé, Monsieur de vous faire part par celle-ci des résultats de quelques expériences que vous m'avez proposé par vos lettres du 15 juin dernier, et que j'ai fait dans l'hiver passé. Mais comme je viens d'apprendre de M. LESTEVENON qu'il compte de n'être pas chez vous que dans le mois d'aout ou septembre, je prefère de vous en faire part soit par la poste, soit par une autre occasion plus prompte que je trouverai probablement dans le mois prochain[1]); aussi je n'ai pas finies encore toutes les expériences dont je desire de vous communiquer les résultats. Vous aurez donc reçu mes nouvelles électriques avant celle-ci. Je terminerai donc cette lettre en vous priant de me repondre au plutôt, si vous ne l'avez fait avant que vous recevez celle-ci, et de me communiquer vos idées pour des nouvelles expériences à faire avec notre force électrique. Ayez la bonté, Monsieur! de rendre votre reponse a M. LESTEVENON pour me la faire parvenir, avec ses lettres, alors elle me parviendra plus surement que par la voie ordinaire.

Je suis, Monsieur! avec les sentiments les plus distingués

Votre très-humble et très-obéissant serviteur

M. v. MARUM.

Harlem, ce 15. Avril 1788.

NOTES.

[1]) La lettre a été publiée par MM. A. et Z. VOLTA dans leur ouvrage: „*Lettere Voltiane inedite illustrate dai fratelli* ALLESSANDRO *e* ZANINO VOLTA *Magellan — Volta — Van Marum — Carminati — Tilloch. Como Tipografia Municipale di* A. GIORGETTI. 1884". in-8°.

Digitized by Google

[2]) La „*Première Continuation des Expériences faites par le moyen de la Machine électrique Teylerienne*", contient plusieurs reproductions, magnifiquement exécutées en couleur, de ces dessins formés par des fils de divers métaux (plomb, étain, fer, cuivre, laiton, argent, or, alliages de plomb et d'étain) calcinés et désagrégés avec violence, lorsqu'on y fait passer la décharge d'une batterie de 135 pieds carrés de surface armée. VAN MARUM rapporte que les gouttelettes d'étain fondu furent projetées jusqu'à 4 pieds de hauteur. En retombant sur le papier elles furent repoussées par l'effet des vapeurs métalliques qu'elles continuèrent d'émettre. Avec un alliage de parties égales d'étain et de plomb, VAN MARUM comptait, sur une trace de 5 pieds de longueur laissée sur le papier par une gouttelette d'étain fondu, jusqu'à 200 sauts de $^1/_{16}$ à $^1/_2$ pouce d'intervalle.

[3]) WILLEM, ANNE LESTEVENON, seigneur de Berkenrode et Hazerswoude, né à Paris, fils de MATTHEUS LESTEVENON et de sa seconde épouse MARIA, WILHELMINA VAN DER DUYN. Il fut membre du Conseil municipal de Harlem, du 17 avril 1788 jusqu'au 19 février 1788. Après la révolution de 1795 il devint membre du gouvernement provisoire de la ville, puis bailli de Bréda. De 1784 à 1797 il fut Curateur de l'Université de Leide.

Il épousa, le 21 novembre 1779 à Harlem, JOHANNA HODSHON, laquelle mourut en couches, en même temps que son enfant, en octobre 1780. LESTEVENON était à la fois Directeur de la Fondation Teyler et Directeur de la Société hollandaise des Sciences. La date de sa mort est inconnue.

Pendant son voyage en Italie il s'occupa activement à rechercher, pour le musée Teyler, des curiosités d'histoire naturelle.

[4]) Voir la Lettre IX.

Digitized by Google

IX.

M. VAN MARUM a A. VOLTA.

31 Août 1788.

La lettre se trouve à Milan, R. Ist. Lombardo.
La minute, se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle fait suite à la lettre VIII.
VOLTA y répondit par la lettre XI.

à Mons. VOLTA à Pavia.

Monsieur!

Vous aurez reçu peut être avant celle-ci, la lettre, que j'ai donné à M. LESTEVENON dans le mois d'avril dernier, quand il partoit d'ici pour Italie puisque M. LESTEVENON comptoit alors d'être à Pavia en Aout ou Septembre.

Dans cette lettre j'ai promis de vous faire part bientot des résultats de quelques expériences, que vous m'avez proposées, me flattant que l'occasion de vous faire parvenir mes lettres se presenteroit bientot, puisque un negociant d'Amsterdam de ma connoissance avoit alors le desir d'aller directement en Italie, pour y être au commencement de juin. Mais malheureusement ce Monsieur a differé de tems en tems son voyage. Il me fache beaucoup que j'ai differé pour cela si longtemps de vous ecrire, mais c'est à cause que l'expérience nous a appris, que la voye de poste n'est pas sure; cependant il ne me reste pas à present d'autre moyen de vous faire parvenir celle-ci.

Dans la lettre de 26 juin 1786 vous m'avez ecrit d'être

Digitized by Google

curieux de sçavoir jusqu'à quel degré le thermomètre s'éleve, quand il est plongé dans une aigrette électrique. Pour cette expérience je me suis servi premièrement de l'appareil decrit par M. ADAMS dans son *Essay on Electricity* 5me Edition Exp. CCIV, p. 270, et 2me Edition Exp. CCXIII, p. 324 [1]) en plaçant la boule d'un thermomètre bien sensible entre une pointe et une boule de bois de Magony; de cette manière j'ai fait monter le thermomètre depuis 36 jusqu'à 94 degres. J'ai trouvé après une autre methode plus convenable pour cette expérience: j'ai placé la boule du même thermomètre sous un recipient, dans lequel j'ai rarefié l'air, de manière, que le flux électrique, qui traversoit l'air rarefié environnoit entierement la boule du thermomètre.

En repetant cette expérience, à differentes manières, et dans l'air rarefié à differens degrès j'ai fait monter un thermomètre depuis 45 jusqu'à 151 ½ degrès en 14 minutes. Jusqu'ici je ne sçais pas à quoi attribuer un echauffement si considerable; le frottement que le fluide électrique peut effectuer à la surface de la boule du thermomètre est surement insuffisant pour produire un tel effet.

Est ce que l'air subirait quelque decomposition, de manière, que la matiere de chaleur devienne libre par là, je me suis proposé de faire dans l'hiver prochain quelques expériences là dessus. En attendant vous m'obligerez beaucoup, si vous voulez me communiquer vos idées là dessus. Les remarques, que vous m'avez communiqués dans votre lettre du 25 juin 1787 concernant la capacité de notre conducteur, et les expériences, que j'avois faites la dessus, m'ont animé de repeter plusieurs fois, et en differentes manières des expériences pour decider s'il conviendroit d'aggrandir le conducteur de notre machine. Le detail de toutes mes expériences sur ce point là occuperoit trop de papier pour le vous envoyer à present, je vous dirai seulement, que j'ai vu

Digitized by Google

quelques fois dans un tems fort favorable pour l'Electricité, que la force de l'Etincelle d'un conducteur aggrandi étoit augmentée, mais que cela n'avoit pas lieu que quand l'atmosphère étoit extraordinairement sec.

Il faut considerer Monsieur, que notre atmosphère est ordinairement beaucoup plus humide qu'ailleurs, ce qui cause que nos conducteurs rendent leur Electricité facilement à l'air. En augmentant donc le volume des conducteurs on augmente ici la dispersion de manière que le conducteur double ne pouroit pas contenir dans un tems ordinaire plus de fluide électrique que le conducteur ordinaire.

Je suis donc entierement convaincu que notre conducteur a une capacité assez grande pour ce pays-ci et qu'on perdroit pour les saisons ordinaires de ce pays-ci quand on augmentoit son volume. Je suis pourtant parfaitement d'accord avec vous concernant votre theorie qui est trop claire pour en douter, et je suis donc bien assuré qu'on gagneroit beaucoup pour notre machine en augmentant son conducteur, quand elle se trouvoit dans un endroit, où l'air est ordinairement plus sec, ou on le pourroit secher artificiellement, ce qui manque à la sale, où notre Machine est placé, j'ai bien de raisons à me plaindre de ce coté là.

Je me suis donné beaucoup de la peine pour examiner d'une manière plus satisfaisante, si l'air électrisé soit negativement, soit positivement, se dilate, mais je n'ai pu obtenir jusqu'ici l'appareil nécessaire pour cette expérience. Pour peser une grande masse d'air électrisé il faudroit avoir un grand vase de métal dont la pesanteur seroit donc trop grande pour en pouvoir observer par le moyen d'une balance, une si legere diminution de poids, causée par la dilatation de l'air contenu dans le vase. Je compte, qu'un vase de métal, d'une grandeur suffisante pour cette expérience péseroit au moins 50 livres, et que la diminution du poids, qui peut

Digitized by Google

être causée par la dilatation de l'air électrisé, sera trop petite pour être indiqué par une balance chargée de 100 livres. Au moins je n'ai jamais vu une balance pour peser tant de poids, et en même tems assez exacte pour une expérience si delicate, et je ne sçai pas me le procurer.

Je suis bien charmé que vous m'avez communiqué par votre derniere votre invention pour augmenter la sensibilité de l'Electroscopes de M. CAVALLO ou de M. DE SAUSSURE en plaçant sur la pointe de son conducteur une petite bougie allumée. Je me suis servi d'un tel Electroscope de M. DE SAUSSURE, ayant un conducteur de deux pieds, et aijant placé une bougie sur sa pointe j'ai examiné l'air par tout notre Museum dont la longueur est 60 la largeur 29½ pieds, et la hauteur 40 pieds, mesure anglaise, et j'ai trouvé, que, quand la machine étoit agitée pendant 3 ou 4 minutes, l'air étoit électrisé par tout le Museum, de maniere, que je n'ai pu placer le dit électroscope à un seul endroit, ou l'écartement des globules étoit moins que deux lignes.

Quand à ces expériences que vous me proposez à faire dehors le Museum, il me fache beaucoup que je ne puis pas les faire, puisque la sale où notre machine est placée est environné de tout coté par des batiments ainsi qu'il me manque la place pour elles.

Ayant repondu autant qu'il m'est actuellement possible, sans entrer dans des details trop etendus à toutes les idées et les remarques, que vous m'avez fait le plaisir de me communiquer dans votre derniere, je repondrai à present à ce que vous m'avez proposé dans vos precedentes. Vous m'avez proposé d'examiner, *en quelle raison diminue par les espaces l'action des atmosphères électriques.*

Pour cette expérience il faudroit avoir des Electromètres comparables, mais jusqu'ici je ne les connois pas qui sont assez exactes. Vous m'avez communiqué Monsieur que vous

Digitized by Google

étiez parvenu à rendre comparable l'électrometre à cadran, et que vous voudriez me faire part de votre invention à une autre occasion. Je vous prie incessamment, Monsieur, que vous voulez m'en donner une description assez exacte pour me faire un tel Electrometre afin de m'en servir pour l'expérience susdite.

J'ai soutenu longtems suivant votre avis, *l'effusion du fluide électrique dans une petite quantité d'air* pour examiner, si la qualité respirable n'en seroit pas alterée. Apres avoir soutenu cette expérience pendant une demi-heure j'ai vu par l'Eudiomètre de FONTANA, que l'air electrisé melé avec d'air nitreux subissoit à peu près la moitié de la diminution, qu'il auroit subi, si elle n'étoit pas electrisé. J'ai aussi examiné suivant votre proposition, *si l'évaporation de l'eau augmente au milieu de l'air électrisé soit positivement soit negativement;* mais quoique j'ai continué l'expérience plus qu'une demi-heure, je n'ai pas vu la moindre augmentation d'evaporation. Je me suis servi après *de l'Esprit de vin Etheré*, qu'on appelle aussi *huile du vin*, qui est le fluide le plus volatil, que je connois; j'ai pesé exactement la quantité que j'en plaçois dans l'air electrisé; mais je n'ai pas vu que ce fluide evaporait plus dans d'air electrisé que dans d'air non electrisé. L'Hygromètre m'a aussi appris que l'air electrisé ne prend pas une plus forte dose de l'eau pour sa saturation.

Vous me proposez, Monsieur, de me procurer un appareil *pour frapper avec une tempête d'etincelles electriques la vapeur de l'eau, et recueillir le fluide electrique permanent;* ou espece d'air, qui pourroit s'engendrer; mais quoique j'y ai reflechi beaucoup pour inventer un instrument convenable, je n'ai pu m'imaginer ce qui y pourroit convenir. Si vous pouvez me suppéditer quelque idée, pour obtenir un tel instrument, vous m'obligerez beaucoup. J'aurois grande envie

Digitized by Google

de faire cette expérience, que je trouverois fort interessante s'il est possible de la faire.

Des expériences, que vous m'avez proposées restent encore celles concernant l'économie animale et principalement celles, qui pourroient servir à decouvrir la cause de la mort, qui est causée par le foudre ou par une décharge électrique. Comme ces expériences exigent les plus fortes décharges possibles, j'ai jugé qu'il ne convient pas de les faire avant que notre batterie ou ces decharges soient redigées au maximum; mais plusieurs expériences m'ont convaincu que j'en suis encore fort éloigné, et que je pourrai charger une batterie beaucoup plus grande, que celle dont je me suis servi pour les expériences dernieres.

Les bouteilles dont notre batterie est composée ne contiennent plus qu'un pied quarré de surface garni; ce qui fait que notre batterie etant composée de 225 bouteilles, est trop composée et qu'ainsi la dispersion est trop grande. J'ai desiré depuis longtems de faire une batterie dont chaque bouteille contient au moins 5 pieds quarrés de surface garni; mais malheureusement on n'a pas des verreries dans ce pays et les commissions que j'ai donné pour les faire en Alemagne ont été en vain jusqu'ici, parce qu'il est trop difficile de faire des verres si grandes.

J'espere pourtant que je reussirai de les avoir de Boheme. Alors je tacherai d'obtenir le maximum des decharges et je m'en servirai pour éclaircir, s'il m'est possible cette question si interessante concernant la mort des animaux tués par l'Electricité. En attendant je me suis proposé de recommencer bientot mes expériences, et je serois bien charmé Monsieur si vous aviez encore quelques idées pour de nouvelles expériences, et si vous voudriez me les communiquer par la poste au plutot possible afin que j'en pourrois donner la description dans la seconde continuation de mes expériences, que je me

Digitized by Google

propose de publier au commencement de l'année prochaine, et dont je vous ferai parvenir un exemplaire.

Je suis, avec une estime la plus distinguée

Monsieur

Votre très-humble, très-obéissant serviteur

M. v. MARUM.

Harlem ce 31 Aout 1788.

NOTES.

[1]) Nous devons à l'obligeance de M. le docteur BREMER, secrétaire de la Société Batave de philosophie expérimentale de Rotterdam, d'avoir pu consulter la troisième édition de cet ouvrage, qui semble être devenu fort rare. Il est intitulé: *An Essay on Electricity explaining the Theory and Practice of that useful Science and the mode of applying it to Medical Purposes. With an Essay on Magnetism. Third Edition Corrected and considerably enlarged* by GEORGE ADAMS, *Mathematical Instrumentmaker to His Majesty. London: Printed by R. Hindmarsh for the Author, and sold by him at Tycho Brahe's-Head*, N°. 60 *Fleetstreet.* 1787. in-8°.

L'expérience en question s'y trouve décrite, sous le N°. CCXXIII, page 310. ADAMS place un thermomètre à mercure isolé entre deux boules de bois, dont l'une est attachée au conducteur de la machine électrique et l'autre est en communication avec le sol. Il a vu s'élever le thermomètre de 68° Fahrenheit à 110°.

L'ouvrage d'ADAMS était un guide essentiellement pratique pour les amateurs d'expériences électriques; il décrit 237 expériences diverses.

Digitized by Google

X.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

21 mai 1789.

La lettre se trouve à Milan, R. Ist. Lombardo.
Une partie de la minute se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
La lettre fait suite à la lettre IX.
VOLTA y répondit par la lettre XI.

A M. VOLTA a Pavia.

Monsieur

Je ne scai à quoi attribuer, que je n'ai reçu depuis si longtems, aucune lettre de votre part. Monsieur LESTEVENON DE BERKENRODE, que j'ai pris la liberté de vous recommander l'année passée, m'a assuré pourtant par les lettres de votre santé dans ce tems là. Je crains donc que votre lettre sera perdue, comme il est arrivé autre fois. Ecrivant aujourd'hui à M. LESTEVENON, qui est actuellement à Rome, je saisis cette occasion pour enfermer cette lettre dans la sienne [1]), le priant de la donner à la poste aux lettres à Rome; esperant que celle ci vous parviendra plus surement de cette maniere. Je vous ai écrit (en Aout de l'année passée) en detail concernant les expériences que j'ai faites avec la Machine Teylerienne suivant les idées, que vous m'avez fait l'honneur de me suppéditer et je vous ai prié alors de me communiquer vos réflexions concernant ces expériences, et d'y ajouter vos

Digitized by Google

idées pour des nouvelles expériences à faire avec la force extraordinaire de notre Machine, que vous pourriez avoir conçu depuis votre derniere; mais jusqu'ici je n'ai pas reçu votre reponse.

Je me suis appliqué dans l'hyver passé à corriger les defauts des frottoirs électriques, le resultat de mes recherches est une construction tout à fait nouvelle des frottoirs, que j'ai adapté et assayé à une Machine de 2 plataux de 32 pouces de diamètre: j'ai gagné par ces frottoirs beaucoup plus que le double de la force pour cette Machine. A present je m'occupe à faire adapter la même construction des frottoirs à la Machine Teylerienne, et je n'en doute pas d'augmenter par là considerablement la force. J'ai communiqué la description de ces nouveaux frottoirs dans une lettre à M. le chev. LANDRIANI [2]), qui m'a fait l'honneur de me faire une visite, en Novembre dernier, et de faire plusieurs expériences en commun avec moi, par le moyen de la Machine Teylerienne.

Je vous aurois envoyé cette lettre imprimé par la poste, si je n'avois pas eu de crainte que la poste seroit trop grande; mais vous la trouverez bientot dans le Journal de Physique; peut être dans le cahier d'août. Faites moi la grace Monsieur, de me faire parvenir bientot votre reponse, et vos remarques toujours judicieuses sur l'un et l'autre. M. LESTEVENON m'a écrit, que vous doutez de quelque manière à votre aggregation à notre Academie; parce que vous n'avez pas reçu encore votre Diplome. Le Diplome n'est pas expedié, faute d'occasion de vous le faire parvenir, sans trop de frais, et on l'a oublié, quand M. LESTEVENON est parti d'ici. Je l'ai rendu à M. le chev. LANDRIANI en partant d'ici au commencement de X^bre^ dernier pour le vous rendre, quand il sera de retour en Italie.

En attendant avec impatience vos nouvelles que j'ai

Digitized by Google

desiré si longtems, je vou prie d'agreer les assurances de la plus parfaite consideration, avec la quelle j'ai l'honneur d'être

Monsieur

Votre très H, et très-Obéiss. serviteur

M. v. MARUM.

NOTES.

[1]) Ce détail nous a permis de fixer la date non indiquée de cette lettre. Dans la collection VAN MARUM se trouve la minute de la lettre par laquelle VAN MARUM prie LESTEVENON de mettre à la poste à Rome une lettre incluse, adressée à VOLTA. La minute est datée du 21 mai.

[2]) Il s'agit de la: *Lettre de* M. VAN MARUM *à M. le Chevalier* MARSILIO LANDRIANI *à Milan contenant la description des frottoirs électriques d'une nouvelle construction, dont l'effet surpasse de beaucoup celui des frottoirs ordinaires.* 8 pages in-4°. avec une planche, imprimées à Harlem. La lettre porte la date du 23 mars 1789.

Elle a paru encore dans le cahier d'avril 1789 du *Journal de* ROZIER, au Tome XXXIV, page 274.

L'amélioration que VAN MARUM réussit à réaliser, après de nombreux et minutieux essais, dans la construction et la disposition des frottoirs, éleva le pouvoir producteur de la grande machine électrique au quintuple de sa valeur primitive.

Digitized by Google

XI.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

23 juillet 1789.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse aux lettres VIII, IX et X.
Les réponses de VAN MARUM nous manquent.

à Come ce 23. juillet 1789.

Monsieur.

J'avois bien reçu votre lettre l'année passée [1]), et le beau présent que vous me fites, Monsieur des feuilles originaires, où se trouvent empreintes les calcinations de différents fils métalliques par l'étincelle électrique [2]); et j'avois eu l'honneur de faire la connoissance, à son passage de Côme, avec ce gentilhomme Hollandois [3]), que vous m'adressates, et dont j'ai oublié dans ce moment le nom. L'ayant prié de vous en remercier, et luy m'ayant promis qu'il vous écriroit tantôt, et qu'il vous informeroit de mes nouvelles, et de la conversation que nous avions eu; je ne fus pas si empressé de vous repondre. Je n'avois rien d'ailleurs à vous dire d'intéressant, ni de vuës à vous proposer sur de nouvelles expériences avec votre grande Machine. J'en attendois donc la continuation pour vous marquer quelque chose. Enfin vous l'avouerai-je? je m'étois abbandoné à un peu de paresse, dont je ne veux pas m'excuser. La nouvelle lettre, que vous me fites parvenir dernièrement par la voye de Rome [4]) m'oblige à ne plus

Digitized by Google

differer de rompre ce silence honteux, et à reparer de la manière que je puis ma faute. Si vous me le pardonnez, mon cher Monsieur, si vous ne m'en punissez pas en me privant de la continuation de votre correspondence, je vous promets d'être plus exact à l'avenir; oh! très-exact et de vous écrire de très-longues lettres.

Je n'ai pas votre lettre de l'année passée sous mes yeux (l'ayant laissée à Pavie) pour vous faire des remarques sur ce que vous me demandiez, ou plutôt des éclaircissements sur les expériences que je vous avois preposées, et que vous trouviez de la difficulté à executer: je me resouviens pourtant de quelque chose. Je vous avois proposé de comparer le poids de l'air électrisé avec celui de l'air non électrisé, en les pesant dans un très grand recipient, et de voir si l'électricité positive et negative affectoit differemment l'air relativement à ce poids. Comment en outre une electricité et l'autre influoit sur l'évaporation de l'eau exposée simplement à l'air électrisé de la chambre.

A ce propos je vous dirai, que j'ai trouvé un moyen très-simple d'impregner l'air d'une chambre d'électricité. C'est à l'aide d'une petite bougie allumée portée sur un baton de cire d'espagne. Je tiens cette bougie élevée avec ma main gauche, et tenant de l'autre main une bouteille de Leyde mediocrement chargée, j'en porte le crochet en contact de la bougie, ou d'un fil de fer qui l'entoure et la retient. La flamme repand aussitôt l'électricité dans tout l'air de la chambre: je n'ai besoin que de m'y promener un ou deux minutes dans cette attitude. Il faut, lorsqu'on a retiré la bouteille du contact de la bougie, éteindre la flamme; qui autrement serviroit à reabsorber l'électricité repandue, surtout si l'isolement de la bougie n'étoit pas parfait; il l'est pourtant assez lorsqu'elle est portée par un baton de cire d'espagne. L'électricité se manifeste aussitôt dans l'air qui

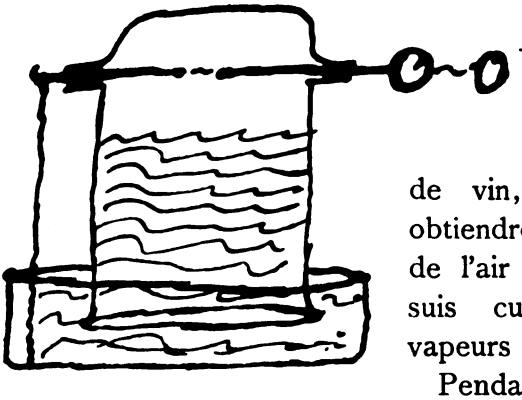
Digitized by Google

en a été imbu de cette manière, au point qu'en entrant dans la chambre après l'opération l'électrometre de CAVALLO en main, surtout s'il est armé de sa verge conductrice, les petites pendules s'ouvrent de plusieurs dégrés, et vont toucher même les parois de la cloche qui les enferme, et elle se soutient cette électricité, si la chambre n'est par trop humide; ou trop embarassée de meubles ec. plusieurs heures, en s'affoiblissant très-lentement. Voilà un moyen très-simple et très-aisé, pour ceux qui croyent à l'électricité médicale, d'administrer un véritable *bain électrique;* qui peut durer toute la journée, en repetant une manipulation si simple toutes les deux heures les trois, ou les quatre, selon qu'il convient. Certes, si l'on peut esperer quelque chose de l'électricité sur l'économie animale c'est de cette maniere. On peut encore essayer de cette maniere quelle pourroit être l'influence de l'électricité atmosphérique sur les vegetaux ec.

Je vous avois aussi proposé de faire tomber une tempête de fortes étincelles électriques dans un espace rempli de vapeurs aqueuses pourvoir s'il ne s'engendreroit point quelque fluide élastique permanent, quelqu'espece de *gas*. Vous me dites, que l'expérience n'est pas aisée à faire, et me demandez comment on pourroit s'y prendre. Voilà ce que j'ai imaginé. Une cloche de verre remplie d'eau bien purgée d'air seroit renversée dans un bassin de semblable eau tenu sur le feu pour que l'eau bouillît, et qu'il se rassemblât au haut de la cloche une quantité de vapeur élastique: dans cet endroit la cloche seroit traversée par deux fils métalliques, dont les bouts se présenteroit à une demi pouce, ou à un pouce l'un de l'autre, pour que l'étincelle électrique pût eclater au sein des vapeurs mêmes, lorsque l'électricité seroit conduite d'un conducteur à l'autre. Voyez-en ici une esquisse grossière tracée par un qui ne sçait pas du tout dessiner. Après donc qu'un grand nombre d'étincelles auroit frappé la vapeur

Digitized by Google

élastique de l'eau, la laissant refroidir, on verroit s'il resteroit au haut de la cloche après la condensation des vapeurs



quelque fluide *aëriforme*, et de quelle espece. Je suis persuadé qu'avec les vapeurs de l'esprit de vin, des huiles ec. on obtiendroit de cette manière de l'air inflammable; mais je suis curieux d'essayer les vapeurs de l'eau.

Pendant que vous vous occupez, Monsieur, des expériences d'une électricité très-forte, puisque vous en avez les moyens, je m'occupe de celles de l'électricité très-foible, qui ne sont pas moins instructives; et dans cette carrière je crois avoir fait quelques pas. Je voudrois pouvoir vous envoyer les *lettres sur la Météorologie électrique* que je publie à mesure dans un Journal de Pavie, et qui sont déjà au nombre de 7[5]). Elles contiennent quelques nouvelles expériences, et plusieurs applications. Dans celles qui suivront, et que j'ai deja écrites, je m'occupe beaucoup des orages, et surtout de la grêle, sur laquelle j'ai des idées qui sont neuves, et qui ont été goutées par quelqu'autre Physicien, à qui je les ai communiquées. Dans les autres déjà publiées je me suis attaché singulierement à examiner la source de l'électricité atmosphérique, que j'attribue à la formation des vapeurs élastiques, et à leur passage à l'état de vapeurs *vessiculaires* ou nébuleuses; et à en faire l'application à l'électricité foible et constante de l'air serein, et à celle un peu plus forte des brouillards, l'une et l'autre toûjours *positive*. Je fais aussi un long examen de l'électricité *négative* des cascades

Digitized by Google

d'eau, decouverte par Mr. TRALLES, professeur à Berne, à la quelle se rapporte l'électricité presque toujours négative des pluyes: phénomene en apparence contraire à mes principes, et qui pourtant examiné de plus près les confirme.

Quant à l'électricité artificielle je me suis beaucoup occupé des nouveaux moyens de l'éxciter et des artifices pour la faire paroitre lorsqu'elle est par elle-même imperceptible. Je ne vous dirai rien des artifices, qui se réduisent à la sensibilité augmentée des électromètres, au *condensateur* employé de diverses manières, et à la flamme, et que vous connoissez déja. Mais je dois vous faire part de ce que j'ai trouvé, que la glace en la raclant simplement avec une lame de couteau ou autrement, s'électrise très bien: c'est-à-dire les raclures deviennent électriques au point que recueillies dans un plat métallique isolé lui font donner des signes, et jusqu'à l'étincelle. Ce qui est plus étonnant c'est, qu'il n'est pas besoin que la glace ait ni les 10. ni les 12. ni les 20 degrés de froid au dessous de 0. Reaum. en quel cas Mr. ACHARD l'avoit déjà trouvée électrisable par frottement; mais qu'il suffit qu'elle soit à 0. qu'elle soit glace enfin; et que même lorsqu'elle fond exposée à un air chaud de 10. 15. 20. degrés au dessus, sitôt que le couteau entame le noyau solide, et qu'il en tombe des raclures sur le plat, l'électricité y paroit, et on en obtient jusqu'à l'étincelle; et cela immediatement, sans avoir recours ni à un condensateur, ni à aucun autre artifice.

Au reste ce moyen d'exciter l'électricité, en limant ou raclant les corps est excellent: il la decele dans plusieurs, qu'on n'auroit pas soupçonnés capables, et jusques dans le charbon de bois, qui est après les métaux le meilleur conducteur. Enfin ce ne sont que les métaux mêmes, qui se refusent à cette epreuve: eux seuls ne s'électrisent point raclés ou limés. Tous les autres corps s'électrisent plus ou

Digitized by Google

moins; et la glace par excellence, autant, et presque plus que les resines, le chocolat, le camphre.

J'ai lu dans le Journal de Physique votre longue lettre à Mr. le Chev. LANDRIANI sur l'amélioration des coussinets pour les Machines électriques; et j'ai admiré l'adresse et la patience que vous y avez employé, et dont le succès vous a amplement recompensé [6]). Tous les électriciens vous en seront très-obligés. Mais quand est-ce que nous verrons la continuation de vos grandes expériences? Celles sur les animaux? Celles avec la prodigieuse Batterie que vous construisiez dernièrement? Celles que Mr. LANDRIANI, et d'autres vous ont proposé dans de nouvelles vuës?

Mr. VAN SWINDEN continue-t-il d'assister a vos expériences avec les autres savants? Ce Physicien infatigable, dont j'ai conçu la plus grande estime, travaille-t-il a finir son Cours de Physique? Et combien de volumes en ont-il paru? Jusqu'ici je n'en ai vu que les deux premiers? [7]) Il me tarde fort de voir la Physique particuliere, et de posseder tout l'ouvrage. Pourriez-vous me le procurer, Monsieur? Faute d'autres occasions adressez-vous à Mrs. GUAITA et *Compagnons*, à Amsterdam qui ont leurs Parents ici à Côme. Vous pourrez aussi par ce moyen m'envoyer vos ouvrages, lorsqu'il en paroit, et d'autres intéressants.

Je suis avec la plus grande estime, et l'amitié la plus sincere

Monsieur

Votre très-humble, très-obéissant Serviteur

ALEXANDRE VOLTA.

Digitized by Google

NOTES.

[1]) La lettre N°. IX.

[2]) Avec la lettre N°. VIII. Voir, sur les dessins de ces déflagrations, la lettre VIII, note 2.

[3]) LESTEVENON voir la lettre N°. VIII, note 3). Voici en quels termes, dans une lettre hollandaise à VAN MARUM datée du 23 avril 1780, il rend compte de sa visite à VOLTA:

„Depuis longtemps déjà je m'étais proposé, — ce que j'ai négligé jusqu'ici — de me rappeler à votre bon souvenir et de vous remercier de l'occasion que vous m'avez procurée, de faire la connaissance de M le professeur VOLTA, en lui transmettant votre lettre ensemble avec la feuille d'explosions électriques. Etant venu à Pavie au temps des vacances, je ne l'y ai pas trouvé, mais quelque temps après je l'ai rencontré à Côme, où il m'a traité avec son urbanité et courtoisie accoutumées, me témoignant vivement sa satisfaction de ce que je lui apportais de votre part. Il m'entretint longuement de ses nouvelles découvertes et projets pour l'avancement dans l'électricité, et enviait votre bonheur de pouvoir travailler avec une machine d'une puissance si étonnante, et ne reconnaissant pas moins que c'était également un bonheur, qu'elle fût tombée dans les mains d'un homme si bien en état d'en tirer toute la valeur. En lui témoignant sur ce point mon entier assentiment et en soutenant de mon côté la conversation par quelques interrogations et marques de surprise, je m'en suis tiré passablement bien, sans lui faire supposer que je ne comprenais pas la moitié des arcana qu'il me communiquait si généreusement. M. VOLTA parût flatté d'avoir été nommé Membre de la Société hollandaise des Sciences, mais conservait quelques doutes à ce sujet, parce qu'il n'avait pas encore reçu de diplôme. Pour le tranquiliser, je lui ai dit que la communication de sa nomination par le secrétaire VAN DER AA suffisait, mais qu'à l'occasion je vous demanderais s'il était besoin de quelque chose de plus qu'on avait négligé. J'ai dû lui promettre de venir à Pavie et d'y demeurer quelques jours au temps des cours."

[4]) La lettre N°. X.

[5]) D'après la *Bibliografia Voltiana* de M. FOSSATI les Lettres sur la *Météorologie électrique*, traitant des matières que le savant auteur ajoute, ont paru dans l'ordre suivant:

Lettera I. *Sugli elettrometri, modo di renderli comparabili e di applicare il condensatore all'elettrometro,* dans la *Biblioteca fisica di Luigi Brugnatelli. Pavia,* T. I, 1788, p. 73 – 137.

Lettera II. *Sulla funzione della distanza ne'fenomeni elettrici e sull'elettrometro atmosferico e suo perfezionamento,* dans le même journal, T. II, 1788, p. 103 – 142.

Digitized by Google

Lettera III. *Dell'uso dell'elettrometro e del condensatore nelle osservazioni atmosferiche e d'altri consimili stromenti, nonchè degli inganni che ponno nascere nelle elettrometeorologiche osservazioni.* Même journal, T. III, 1788, p. 79–122.

Lettera IV. *Sull'applicazione della fiammella alla punta dell'elettrometro atmosferico, sulle cause produttrici le variazioni nello stato electrico dell'atmosfera, e sul confronto tra la forza assorbente e dissipatrice delle punte metalliche in confronto di quella della fiamma.* Même journal, T. V, 1788, p. 79 - 134.

Lettera V. *Se la fiamma può ben anche dissipare i nembi temporaleschi, come si è supposto che lo facciano le punte.* Même journal, T. VI, 1788, p. 137–147.

Lettera VI. *Sul modo di eccitare l'elettricita coll'evaporazione, combustione, ecc. e quindi sulla principale origine dell'elettricità atmosferica.* Même journal, T. VII, 1789, p. 81–111.

Lettera VII. *Sull'elettricità eccitata dagli spruzie d'acqua delle fontane, e perchè essa sia negativa.* Même journal, T. IX, 1789, p. 129–148.

Addizione alla Lettera VII. *Dell'elettricità prodotta colla raschiatura d'alcuni corpi.* Même journal, T. X, 1789, p. 39–69.

Lettera VIII. *Sull'elettricità negativa delle pioggie e delle nubi temporalesche a differenza di quella delle nebbie, della neve, ecc.* Même journal, T. XI, 1789, p. 33–35.

Lettera IX. *Primi passi per spiegare il fenomeno meteorologico della grandine.* Même journal, T. XIV, 1790, p. 61 – 112.

Ces neuf lettres ont toutes été publiées par ANTINORI dans le Tome I, parte II (volume II) de sa *Collezione dell'opere del Cavaliere Conte* ALESSANDRO VOLTA.

Une traduction allemande a paru sous le titre: ALEXANDER VOLTA's *meteorologische Briefe nebst einer Beschreibung seines Eudiometers. Aus dem Italiänischen mit Anmerkungen des Herausgebers. Erster Band mit Kupfern. Leipzig* 1793. *In der Johann Gottfried Müllerschen Buchhandlung.*

Ce volume, le seul que j'ai pu consulter, ne contient que les lettres I–VII avec l'addition à la septième. Il est probable que le second volume n'a jamais paru. Au moins POGGENDORFF, dans son *Bibliographisch-Literarisches Wörterbuch*, après avoir cité les neuf lettres italiennes, ajoute: „Sieben dieser Briefe deutsch in A. VOLTA's meteorol. Beobb. usw. 8°. Leipz. 1797.

La préface non signée de l'éditeur, datée de „Leipzig in der Michaelismesse 1793", indique comme traducteur „Magister Schaefer".

[6]) Voir la note 2 de la Lettre VIII.

[7]) Les *Positiones Physicae.* Il n'en a paru que le Tomus primus et la Tomi secundi Pars Prior.

Digitized by Google

XII.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

28 mars 1792.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des sciences.
Elle est la réponse à des lettres que nous ne connaissons pas.
VAN MARUM y répondit par une lettre qui nous est également inconnue.

Monsieur

Je ne chercherai pas à m'excuser de mon long silence, Monsieur, qui est inexcusable: je ne vous dirai pas, que n'ayant rien d'important à vous écrire, je differois à le faire que j'eusse de quoi vous entretenir; car j'aurois du au moins repondre à vos obligeantes lettres, et vous remercier de l'envoy que vous m'avez fait de vos nouvelles productions: ainsi point d'excuse qui vaille: j'avoue ma faute; et il faut que je tâche de la reparer.

Je reçus l'année passée au mois de juin la description d'une nouvelle Machine électrique, qui joint à la plus grande simplicité et élégance la plus grande force, et beaucoup d'autres avantages [1]). Elle m'a beaucoup plû, comme elle a été fort approuvée et louée de plusieurs Physiciens et Constructeurs de Machines, a qui je l'ai montrée. Mais permettez, que je vous dise, que je suis beaucoup plus content encore de votre Gazometre avec l'appareil joint, dont vous venez de m'envoyer la description [2]). Je suis véritablement enchanté de ce Gazometre a syphon, et il n'est pas besoin de dire

Digitized by Google

combien je le prefere au Gazometre à balance de M.M. LAVOISIER et MEUNIER. Je desesperois tout-à-fait de pouvoir jamais me procurer celui-ci; et je ne desespere pas de pouvoir faire construire le vôtre ici, qui est de beaucoup plus simple, et, comme je crois, encore plus exact. Cependant, comme nous avons ici peu d'ouvriers habiles, je serois bien aise de pouvoir acquerir un semblable appareil tout fait. Oserais-je donc vous prier, Monsieur, d'en faire construire un pour moi? Je voudrois cet appareil complet, c. à d. le[s] deux gazometres avec le ballon pour l'expérience de la production de l'eau, et toutes les pieces attenantes. Pour le payement, et pour l'envoy de la machine, je donnerai ordre, lorsque vous m'avertirez, que tout est prêt, à Mrs. GUAITA et Comp. d'Amsterdam, qui sont mes compatriotes et mes amis, et que vous connoissez peut-être. Je vous ai proposé autresfois cette maison GUAITA pour m'envoyer ou des livres, ou toute autre chose, que vous voulussiez bien me procurer.

Pour vous dire maintenant quelque chose de mes occupations physiques, j'ai continuai mes lettres sur la Météorologie electrique, dont il en a paru jusqu'à présent dans un ouvrage périodique (*Biblioteca Fisica d'Europa, del Dr.* BRUGNATELLI) 9, et deux ou trois autres paroitront incessamment: [3]) je traite dans la 9^{me} avec beaucoup d'étendue de la grêle; j'y refute plusieurs explications vagues et mal fondées que les Physiciens ont donné jusqu'ici, et je commence à proposer la mienne, que j'étayerai dans la lettre 10^{me}: je montrerai dans celle-ci comment je conçois, que les grains de grêle qui arrivent à une certaine grosseur par des incrustations successives que reçoit le flocon de neige qui en constitue le noyau, se soutiennent long-tems, souvent des heures entieres sautillant et dansant entre deux couches de nuages contrairement électriques, comme dans l'expérience électrique qu'on appelle *danse de pantins*. Cette suspension est necessaire pour donner

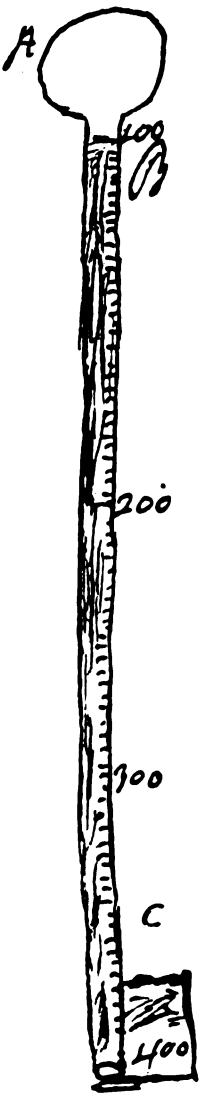
Digitized by Google

le tems aux dits noyaux neigeux de s'incruster d'une ou de plusieurs lames solides de glace: ce qui ne pourroit pas obtenir dans le court espace de leur chûte, car l'opinion que la grêle tombe de si haut, comme la plupart des Physiciens le suppose, est insoutenable, et dementie par les faits, et quand même elle tomberoit de la plus haute region des nuës, le tems qu'elle employeroit dans cette chute ne suffiroit pas à beaucoup près à revêtir le flocon neigeux, qui constitue le noyau de chaque grain, de tant de lames de glace superposées qu'on en voit dans les grains de grêle qui atteignent la grosseur d'une noix, et souvent plus encore.

J'ai fait des expériences pour determiner de combien l'air se dilate pour chaque degré de chaleur, et dans la vuë de verifier ou de detruire ce que plusieurs prétendent, entre autres Mr. DE MORVEAU (dans son excellent article sur l'air, vol. 11 de l'Encyclopédie Methodique), que cette dilatation n'est pas uniforme, mais qu'elle augmente dans une proportion croissante. Or j'ai trouvé que si l'air ne reçoit pas de nouvelles vapeurs, sa dilatation depuis le 0 de Reaum. jusqu'à 46 degrés est de $^1/_{220}$me environ par degré, toûjours uniforme [4]). Au contraire si l'air est en contact avec l'eau, sa dilatation est apparemment plus grande à mesure que la chaleur met en état l'eau de lui fournir plus de vapeurs, et l'air de les tenir en dissolution [5]). C'est ainsi que dans un thermometre de drebbel, où la colonne BC. est d'eau, si l'air dans le bulbe occupe un volume = 100. à la température de la glace, il occupera à celle de 59. à 60. degrés, 200. tandis que son volume ne devroit être que de 126 à 127. et qu'à la température de 70. à 71. ds. il arrive jusqu'à 400. tandis qu'il ne devroit arriver qu'à 132 ou 133. L'air proprement ne se dilate jusqu'à ce terme que de 1. 220me par degré de chaleur; et l'eau fournit le reste par ses vapeurs élastiques. Il est aisé de verifier cela en substituant à la colonne BC d'eau une de

Digitized by Google

mercure, ou même d'huile de lin, qui ne se changent pas en vapeurs aeriformes à ces degrés de chaleur, ou n'en donnent que très-peu à l'air. L'eau au contraire subit cette transformation, c-à-d. elle produit de ces vapeurs en quantité considérable deja a 30. degrés, comme mes expériences l'apprennent, et toujours plus dans une proportion croissante, à 40. 50. 60. 70. degrés ec. Il n'est donc pas besoin qu'elle atteigne le degré d'ébullition pour se convertir en vapeurs elastiques, comme on croit communément: elle commence beaucoup plus tôt, seulement elle a besoin du contact de l'air et n'en produit qu'une quantité déterminée par le degré de saturation de l'air, qui est lui-même determiné par le degré de chaleur. Car hors la présence de l'air qui peut dissoudre ces vapeurs, hors la surface qui touche à cet air, il reste toujours vrai, que la vapeur ne peut pas se former du milieu et dans la masse même de l'eau, si la chaleur n'atteint pas le 80^{me} degré (la pression de l'air étant l'ordinnaire): alors pouvant vaincre tout le poids de la colomne atmosphérique, les vapeurs se forment et s'élevent du sein même de l'eau, et tant que cette chaleur se soutient l'ébullition continue, et il n'y a pas de borne à la production de vapeurs élastiques, comme il y en a à la production de celles qui doivent seulement saturer une quantité déterminée d'air à une température déterminée. Cette quantité est pourtant bien grande déja à 60. d^{s}. puisqu'elle forme entre $^{1}/_{3}$ et $^{1}/_{2}$ du volume apparent de l'air, et beaucoup plus à 70. d^{s} faisant $^{2}/_{3}$ du total.



Digitized by Google

Je ne puis douter, que les Physiciens, qui ont vu une dilatation de l'air plus grande d'1.220me par degré de chaleur, sur-tout par des températures hautes, n'ayent été induits en erreur pas une semblable production de vapeurs, qu'ils n'ont point cherché à eviter, ou qu'ils n'ont pas mis tous les soins pour éviter. Il m'est arrivé à moi-même d'observer des anomalies, lorsque je n'ai pas fait bouillir pendant un tems considérable soit le mercure, soit l'huile dans mon thermomètre à air, pour en chasser toute l'humidité envelloppée dans le fluide, ou adherente aux parois du verre.

Je compte de publier mes expériences avec beaucoup d'autres sur les vapeurs de differens fluides; mais je ne sçais pas quand je pourrai le faire [6]).

Je suis, Monsieur, avec la plus grande estime, et reconnoissance.

Monsieur

Votre très-humble, très obeissant serviteur

ALEXANDER VOLTA.

à Pavie ce 28me Mars 1792.

NOTES.

[6]) Cette description a paru pour la première fois dans la „*Lettre de M.* VAN MARUM *à M.* JEAN INGENHOUSZ, *Médecin du corps de l'Empereur &c. contenant la description d'une machine électrique, construite d'une manière nouvelle et simple, & qui réunit plusieurs avantages sur la construction ordinaire.* Imprimé de quatre pages in 4°. en caracfères serrés, avec trois planches. La lettre est datée du 30 avril 1791.

Elle a encore été publiée dans le *Journal de* ROZIER *(Observations sur la Physique etc.)* au Tome XXXVIII p. 447 (juin 1791) et réimprimée en français et en hollandais dans les *Verhandelingen, uitgegeven door Teyler's Tweede Genootschap, Negende Stuk,* 1795, p. 292. La machine n'avait qu'un seul plateau de 31 pouces de diamètre. Un premier essai, fait le 30 mars dans des circonstances défavorables (état de l'air très-humide, présence de 17 personnes dans une chambre où on

Digitized by Google

n'avait pas eu de feu depuis quinze jours), montra que le pouvoir producteur équivalait à 4/9 de celui de la grande machine dans son premier état, fonctionnant dans les meilleures conditions atmosphériques.

VAN MARUM se servait fréquemment de cette machine, lorsque l'humidité croissante de la salle, où se trouvait installée la grande machine, l'empêchait de tirer parti du plus grand pouvoir de cette dernière. Il en usa ainsi lors de la visite de l'Empereur Napoléon au Musée de Teyler, dont je trouve le récit suivant dans un Mémoire autographe hollandais de VAN MARUM sur ses relations avec la Fondation Teyler et la Société hollandaise des Sciences.

„Le 23 octobre 1811, le Musée de Teyler fut visité par l'Empereur français. A son entrée il parût aussitôt, qu'il était mal disposé envers cette fondation. Il commença par demander au Directeur-Président à combien montaient les revenus annuels de la Fondation. Celui-ci, peu enclin à le divulguer, donna des réponses évasives, qui ne satisfirent pas l'Empereur. Après quelques pourparlers, le Président prit l'engagement de répondre dans un Mémoire, qu'il offrit de faire parvenir à l'Empereur par les mains du Prince de Plaisance à Amsterdam.

„L'Empereur, mécontent de n'avoir pu tirer du Président une réponse satisfaisante, se tourna alors vers moi pour me demander d'une manière fort peu obligeante ce que je faisais dans la Fondation Teyler. Je répondis que depuis plusieurs années j'étais occupé de ce qu'on trouvait collectionné dans le Musée, ainsi que de recherches physiques et chimiques. „Donnez-vous donc des leçons ici?" demanda-t-il. „C'est Monsieur VAN DEN ENDE" (dis-je en le montrant) „qui a été nommé à cet effet, il donne, pendant l'hiver, des leçons avec les instruments de physique réunis ici." „Oh," dit l'Empereur, „ce n'est qu'un colifichet. C'est seulement bon pour les dames: il faut avoir ici deux professeurs de Physique et de Chimie, deux d'Histoire Naturelle. Les Sciences sont à présent trop vastes pour une seule personne. Mais," reprit l'Empereur, „qu'est-ce que vous avez donc fait? Avez vous une colonne de VOLTA?" „Oui, Sire." „Qu'avez vous donc fait avec celle-ci?" „Sire, j'ai prouvé l'identité du fluide galvanique ainsi dit, et du fluide électrique, que l'action de la colonne est donc purement électrique." Je lui mis alors sous les yeux dans les *Annales de Chimie*, vol. XL, que j'avais à portée, ma lettre à VOLTA du 29 novembre 1801, où je rends compte de ces expériences. „Oh," dit-il en ne jetant qu'un coup d'œil sur cette lettre, „cela a été bien prouvé longtemps avant vous." „Non, Sire," répondis-je, „pas avant cette lettre que est du 29 novembre 1801." Il demanda encore „Avez vous fait ici l'expérience de la composition de l'eau?" „Oui, Sire, l'appareil qui m'a servi pour cette expérience, se trouve à l'autre côté du Musée." Comme jusqu' ici nous nous avions tenus près de la grande machine électrique, je conduisis l'Empereur jusque devant l'armoire où

Digitized by Google

se trouvait l'appereil pour la composition de l'eau construit d'après mes indications. L'empereur me donna le temps de lui expliquer comment cet appareil était tout à fait différent de celui que LAVOISIER employait pour cette expérience, et comment le mien se recommandait par sa plus grande simplicité et son prix moins élevé. Je montrai en même temps la description et la figure de cet appareil, telles qu'elles ont paru dans deux lettres au chimiste BERTHOLLET et insérées par celui-ci dans les *Annales de chimie*, et racontai en même temps comment ces expériences continuées pendant plusieurs jours en 1791 en présence de plusieurs chimistes avaient servi à faire passer les chimistes hollandais à la nouvelle théorie chimique (qui me parût être connue de l'Empereur), quoique jusque-là dans ce pays on n'eût pas voulu l'accepter. Ce que j'eus l'occasion de dire ainsi fut écouté par l'Empereur avec plus de bienveillance et sans m'interrompre et je remarquai par sa contenance moins désobligeante qu'il revenait de l'opinion défavorable qu'à mon égard on lui avait donnée à Amsterdam.

„C'est alors que je lui témoignai mon regret que l'état humide de l'air m'avait empêché de mettre en œuvre la grande machine électrique et d'avoir été dans l'impossibilité de satisfaire à l'ordre du Préfet du département du Zuiderzée, reçu une heure avant l'arrivée de l'Empereur, savoir de charger la grande batterie électrique et de faire avec elle quelques expériences. Je témoignai en même temps que, dans cet état défavorable de l'atmosphère, je ne pouvais donner d'autre preuve de mes progrès dans l'électricité qu'en montrant l'action d'une machine électrique d'une contruction tout à fait nouvelle, qui se trouvait dans une petite pièce bien sèche du premier étage, où je priai l'Empereur de bien vouloir se rendre. Comme cette machine marchait très bien et répondait très bien aux buts que je disais avoir voulu atteindre, je remarquai de plus en plus le contentement croissant de l'Empereur. J'avais sur moi et lui présentai une lettre du chimiste, très estimé de l'Empereur, BERTHOLLET à Arcueil, du 7 décembre 1803, dans laquelle il témoigne, à propos d'une machine faite d'après ma description par le mécanicien FORTIN à Paris, ce qui suit: „Le succès de la machine électrique, que l'habile artiste FORTIN m'a faite, en suivant ponctuellement votre description, a été tel, que la machine surprend, par ses effets, les Physiciens que la curiosité attire chez moi. Il en a fait une semblable pour M. CHAMPY, et il y a apparence, que bien-tôt on n'en verra plus d'autres dans ce pays. J'ai cru, Monsieur, devoir vous témoigner ma reconnaissance, en vous instruisant de ce succès, qui surpasse, je l'avoue, l'idée que je m'en étais faite."

„Je montrai à l'Empereur également dans l'ouvrage anglais de W. NICHOLSON *Introduction to Natural Philosophy Londen* 1805, que chez les anglais, quelque éloignés ordinairement de vouloir approuver ou adopter les inventions d'autres

Digitized by Google

nations, cette construction d'une machine avait été décrite et figurée comme la meilleure connue en ces mots: This figure represents the plate electrical machine, which is now generally adopted in preference te the cylindrical".

„Après avoir pris connaissance de tout ceci l'Empereur me demanda „Quel est votre honoraire." Je répondis: „avant la réduction de la rente au tiers *f* 1400, après on l'a réduit à *f* 1000." „C'est trop peu" dit-il, en quittant le lieu pour se rendre en bas.

„Avant de quitter la salle il me dit encore en me regardant avec plus de bienveillance: „Je vous ferai une pension". Supposant que, selon ses déclarations précédentes il voulait créer, près de la Fondation Teyler, un Institut et me mettre en retraite, je répondis: „Sire, j'espère que V. M. me laissera ici continuer mes recherches physiques". „Continuez", dit-il, „mais tâchez surtout d'être utile."

Le jour suivant VAN MARUM apprit du Prince de Plaisance que l'Empereur avait été bien content de l'entretien, ce qui, neuf jours après, fut confirmé par un témoignage d'approbation matériel envoyé du Loo par ordre de l'Empereur.

[2]) Le gazomètre de VAN MARUM a été décrit d'abord dans un imprimé de 4 pages in-4°. avec une planche, sous le titre:

Lettre de M. VAN MARUM *à M.* BERTHOLLET, *de l'Académie R. des Sciences, contenant la description d'un gazomètre, construit d'une manière différente de celui de M.M.* LAVOISIER & MEUSNIER, *& d'un appareil pour faire très exactement l'expérience de la composition de l'eau, par combustion continuelle, avec plus de facilité et moins de frais.*

La lettre est datée de: Harlem ce 31 Dec. 1791.

Elle a été suivie d'une autre lettre, imprimée en deux pages in-4°. avec une planche et datée: Harlem ce 20 mai 1792, sous le titre:

Seconde Lettre de M. VAN MARUM *à M.* BERTHOLLET, *contenant la description d'un Gazomètre très simple, d'un appareil pour faire, à peu de frais, l'expérience de la composition de l'eau par combustion continuelle.*

Les deux lettres ont été publiées en 1792 par BERTHOLLET dans les *Annales de Chimie,* la première au Tome XII, p. 113, la seconde au Tome XIV, p. 313. L'ensemble des appareils construits par VAN MARUM se trouve décrit dans les *Verhandelingen, uitgegeeven door Teyler's Tweede Genootschap, Tiende Stuk. Te Haarlem, bij Johannes Jacobus Beets MDCCXCVIII,* sous le titre: *Description de quelques appareils, chimiques nouveaux ou perfectionnés de la Fondation Teylerienne et des Expériences faites avec ces appareils, par* MARTINUS VAN MARUM. français et hollandais.

Parmi les expériences décrites dans ce Mémoire on trouve celle de la première condensation d'un gaz, l'ammoniaque.

Digitized by Google

Les nouveaux appareils, beaucoup plus appropriés que ceux de LAVOISIER et MEUSNIER, ont puissamment contribué à répandre les principes de la chimie „Lavoisiérienne".

[3]) Voir la note 5 de la lettre XI. Après la neuvième, la publication des *Lettres sur la météorologie* a cessé. Toutefois, un Mémoire sur la grêle, faisant suite à la neuvième lettre, a paru en 1806 dans les *Memorie dell'Istituto Nazionale Italiano, classe di fisica e matematica* T. I, P. 2, p. 125—190. ANTINORI l'a publié dans sa *Collezione* au Tome I, p. 2 (volume II) pp. 355—421. Une traduction française a paru dans le *Journal* de LA MÉTHÉRIE, T. XILX, (octobre 1809), pp. 286—299.

[4]) Cette valeur de $^1/_{220}$ par degré Réaumur, ou $^1/_{275} = 0{,}003637$ par degré centigrade, représente la dilatation apparente de l'air dans un réservoir de verre. En y ajoutant 0,000025 pour la dilatation du verre, on obtient la valeur 0,003662, très peu différente de celle de REGNAULT, savoir 0,003671. Onze ans après VOLTA, GAY-LUSSAC trouva 0,003750.

[5]) C'était l'opinion courante alors, et longtemps plus tard encore, que les vapeurs d'eau se dissolvent dans l'air. VOLTA en est revenu bientôt après, ainsi qu'il paraît par le post-scriptum de sa *Nuova memoria sull'elettricità animale. Lettera III da Como all'ab. Vassalli*, datée du 24 octobre 1795, et publiée dans les *Annali di chimica et storia naturale* de BRUGNATELLI, Tome XI, 1796, p. 127—128 et dans la *Collezione* d'ANTINORI, Tome III, (volume V) p. 381, où il dit „J'ai continué de m'occuper avec les vapeurs élastiques et je suis arrivé à quelques belles choses très bien concordantes avec la théorie de DE LUC: par exemple que la quantité de vapeur est la même dans un même espace, soit vide d'air, soit occupé par l'air de densité quelconque, cette quantité dépendant uniquement du degré de chaleur, d'où il suit que la théorie de la dissolution des vapeurs dans l'air tombe."

[6]) Le Mémoire que VOLTA promet ici, n'a paru que dans l'année suivante, lorsque VOLTA se trouvait déjà profondément engagé dans ses recherches sur l'expérience de GALVANI. Il est intitulé: *Memoria sulla uniforme dilatazione dell'aria per ogni grado di calore, cominciando sotto la temperatura del ghiaccio fin sopra quella dell'ebollizione dell'acqua; e di ciò, che sovente fa parer non equabile tal dilazione, entrando ad accrescere a dismisura il volume dell'aria.*

Il n'a été publié qu'en italien, d'abord dans les *Annali di Chimica* de BRUGNATELLI au Tome IV, 1793, pp. 227—224, ensuite dans la *Collezione* D'ANTINORI, 1816, au Tome III (volume V) pp. 329—378. C'est peut-être la raison pour laquelle ce Mémoire n'a presque pas été remarqué. Ni GAY-LUSSAC, ni, autant que nous sachions, aucun des autres auteurs sur cette matière, ne cite VOLTA, qui pourtant le premier a fait connaître dans tous ces détails l'influence considérable qu'exerce,

Digitized by Google

sur le résultat de la détermination du coefficient de dilatation de l'air, la présence de légères traces d'eau, qui peuvent se trouver soit sur les parois du réservoir, soit dans le liquide qui sert à détendre le volume ou à mesurer la pression. VOLTA démontre 1°. que le coefficient apparent de dilatation croit indéfiniment avec la température tant que la légère couche d'eau des parois ou l'eau du liquide peut donner lieu à un nouveau dégagement de vapeur lorsque la température s'élève, 2°. qu'il devient constant lorsque toute l'eau a passé à l'état de vapeur et 3°. qu'alors il est égal à celui que l'on trouve lorsque, avant de commencer l'expérience, on a, par un échauffement et une ébullition longtemps continués, chassé toute trace d'humidité. Il en tire cette conclusion importante: que la vapeur d'eau se comporte, quant à la dilatation, exactement comme l'air.

Le Mémoire est encore remarquable par l'examen historique et critique des travaux de ses devanciers, depuis AMONTONS lequel, en 1702, „con suo ingegniosissimo Termometro d'aria" (un thermomètre à air à volume constant), non seulement mesura la variation de pression de 73 à 51 1/2 pouces de mercure depuis la température d'ébullition jusqu'à celle de la glace fondante, mais tira aussi de ces expériences une échelle absolue de température, dont le zéro indiqueroit la température à laquelle l'air aurait perdu toute sa force élastique.

A la fin de son Mémoire VOLTA en annonce un second, qui contiendra, — outre les détails et les résultats de ses expériences multipliées tant avec le thermomètre de DREBBEL, qu'avec d'autres appareils, — diverses réflexions que, pour le moment, il est obligé d'omettre. Certes, il est bien à regretter que ce Mémoire n'ait jamais paru.

Digitized by Google

XIII.

ALEXANDRE VOLTA à M. VAN MARUM.

30 Août 1792.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à une lettre que nous ne connaissons pas.
VOLTA la continua par la lettre XIV (voir la note 1).

à Come le 30me Août 1792.

Monsieur.

Votre derniere lettre m'étant parvenue au tems de nos vacances, dans lequel j'ai coutume de faire des excursions, je n'ai pu répondre plûtot. J'ai regret de cela, et plus encore de vous devoir dire de suspendre la commission que je vous avois donnée de me faire construire le Gazometre de votre invention. La raison est, qu'on ne m'a pas encore accordé de faire cette dépense pour le Cabinet de l'Université de Pavie, les autres dépenses ayant deja été assez considérables cette année. J'espère pourtant de pouvoir l'obtenir en renouvellant la demande; et si tôt qu'on me l'accorde, ce qui pourroit être dans deux ou trois mois d'ici, je ne tarderai pas à vous en donner avis. Je vous prie en attendant de vouloir bien m'excuser pour la peine que je vous ai donnée inutilement, et pour le délai à faire réponse à votre lettre, et à vous remercier du nouveau dessin, qu'il vous a plu de me transmettre avec la description de votre appareil simplifié.

Je ne sçais si vous êtes informé, Monsieur de la belle découverte de Mr. GALVANI, Professeur de Bologne [2]), sur

Digitized by Google

l'Electricité Animale. Je suis entré avec ardeur dans ce nouveau champ qu'il nous a ouvert et j'y ai fait des nouvelles découvertes, dont j'ai déjà publié une partie dans deux Memoires sur ce sujet insérés dans le *Giornale Fisico-Medico* du Dr. BRUGNATELLI de Pavie (May, Juin et Juiliet) et qui seront suivis par d'autres. Je vais vous tracer en abregé la suite de ces découvertes et les accompagner de quelques reflexions.

Mr. GALVANI disseque une grenouille [2]) de façon qu'il n'en conserve que les jambes postérieures attachées uniquement par les *nerfs cruraux* à une partie de l'épine du dos tronquée du reste du corps. Appliquant alors le bout d'un fil métallique, ou *arc conducteur* à un point quelconque de ces jambes, et l'autre bout aux dits nerfs, ou bien à la portion du tube vertebral où ils se réunissent, voila des convulsions spasmodiques, des secousses, et des mouvements très-violents dans les deux jambes: elles sautent et se debattent d'une maniere surprenante. On obtient cet effet toutes les fois qu'on réitere les memes attouchements; et beaucoup mieux et pendant un très-long tems, si ayant appliqué une lame métallique soit au tube vertebral, soit à l'extremité des nerfs cruraux qui y aboutissent, on touche avec l'arc conducteur cette espece d'armure d'un coté et les muscles des jambes de l'autre.

Notre Professeur de Bologne ne s'est pas arreté à ces experiences sur la grenouille, mais il les a étenduës à d'autres animaux, même à sang chaud, quadrupedes et oiseaux, et il en a eu le même succès moyennant le même artifice de mettre à découvert et de detacher tout autour de ses adhérences le principal nerf d'un membre, comme le *brachial*, *l'ischiatique* ec. de l'armer d'une feuille métallique, et d'établir une communication à l'aide d'un arc conducteur entre ce nerf armé et les muscles dependants. Il a varié de plusiers manieres ces expériences; toujours pourtant de façon à établir une communication entre les nerfs d'un coté, et les muscles d'un

Digitized by Google

autre; ce qu'il regarde comme une condition essentielle, ou du moins que le courant du fluide electrique s'étende et parvienne par la voye des nerfs aux muscles et les heurte de quelque maniere, reveillant ainsi leur irritabilité.

Mais ayant varié beaucoup plus que lui les expériences et multiplié les recherches j'ai trouvé que les susdites conditions ne sont gueres nécessaires. On peut lorsque le nerf est mis à découvert et dégagé comme ci-dessus, limiter à deux de ces parties plus ou moins voisines entr'elles l'irruption ou trajet du fluide électrique moyennant deux armures appliquées aux deux endroits marqués du nerf ec. et les muscles dependants entreront également en convulsion, le membre se debattra à l'ordinaire, quoique celui-ci reste avec tous ses muscles hors du circuit, que parcourt le courant électrique [3]). L'expérience réussit très bien sur le nerf ischiatique et la jambe du chien, d'un agneau ec. Qu'on découvre un trajet assez long de ce nerf, qu'on en enveloppe une partie dans l'étendue p. ec. de 3 ou 4 lignes, de feuille d'étain, et qu'on applique à une autre partie une lame d'argent laissant entre ces deux armures un interval quelconque d'une ou plusieurs lignes: toutes les fois alors qu'on établira entre elles une communication, soit immédiate, en avançant la lame d'argent jusqu'au contact de celle d'étain, soit par l'intermède d'un troisième metal, on viendra à exciter des secousses, des mouvements impetueux de toute la jambe, quoique on n'ait touché à aucun de ses muscles, quoique on ne puisse imaginer que le fluide électrique mis en mouvement dans une petite partie seulement du nerf qui deborde les muscles, aille frapper en aucune maniere ceux-ci. Or donc, il n'est point du tout nécessaire que les muscles soient affectés immédiatement par le fluide électrique, qu'il fasse irruption sur eux: c'est les nerfs que ce fluide doit irriter; et il n'en faut pas davantage pour donner naissance aux mouvements des muscles gouvernés par ces nerfs.

Digitized by Google

Comme ces expériences réussissent également bien dans le membre tronqué de l'animal, et pendant un assez long-tems, lorsque la sensibilité du nerf dominant paroitroit éteinte, vu que ni en le pinçant, ni en le coupant ou dechirant on vient à bout d'exciter les mouvements violents dans le dit membre, qu'on y excite si aisément par une legère secousse ou mouvement induit du fluide électrique, on est assez fondé à conclure, que ce même fluide est le stimulant le plus approprié des nerfs, et qu'il est tout-à-fait naturel, que ce soit aussi par son ministere, que l'action nerveuse est mise en jeu dans l'économie animale. L'ame dans cette supposition n'a qu'à imprimer un certain mouvement au fluide électrique où à solliciter, retarder, invertir celui qu'il a déjà, dans les nerfs sujets à son empire, pour faire naitre les mouvements qu'elle veut dans tels ou tels muscles erecteurs et flexeurs des membres, dans tous ceux enfin qui obéissent à sa volonté. Plus on considerera ces expériences, les conditions et les circonstances qui les accompagnent, comme je montrerai dans la suite, et plus on se persuadera de ce que j'avance ici sur des conjectures assez fondées.

Quoique les nerfs soient les parties, sur lesquelles doit se porter immédiatement l'action du fluide électrique et que la contraction des muscles ne soit qu'un effet secondaire provenant (de quelle maniere nous ne le savons pas encore, et à l'égard de cela nous n'en sommes pas plus avancés qu'avant ces découvertes) de l'action nerveuse ainsi excitée, comme on vient de voir, il n'est pas du tout nécessaire pour réussir dans les expériences dont il s'agit de les découvrir ces mêmes nerfs, de les isoler ec. suivant le procédé décrit et comme le pratique GALVANI: on peut les laisser à leur place enveloppés et cachés sous les chairs, et appliquer tout droitement les armures métalliques à ces mêmes chairs et muscles, une à tel muscle, l'autre à tel autre, ou même à

Digitized by Google

deux parties d'un seul muscle, pourvu que les nerfs ne se trouvent pas trop profondément ensevelis sous des intéguments d'une épaisseur excessive. Ainsi pour une grenouille qui a la peau très fine et trempée de beaucoup d'humidité, on peut la lui laisser, si on veut, et appliquer une feuille d'étain p. e. sur son dos, ou ses reins, et une monnoie d'argent sous ses cuisses: en établissant alors une communication entre ces deux armures, au moyen d'un troisième métal, on verra cette grenouille entiere et intacte tremousser dans tout son corps, se tourmenter et lancer violemment ses jambes de derriere; et la même chose si elle est deja morte ayant la tête tranchée et passée une grosse aiguille le long de la moelle épinière.

On obtient à la vérité ces mouvements plus aisément et plus forts, si ayant écorchée la grenouille, on a appliqué les armures à la chair musculaire nüe, mais, comme j'ai dit, il n'est pas d'une nécessité absolue d'en oter la peau: comme il ne l'est pas non plus de l'enlever aux anguilles, et à d'autres poissons, pour exciter en eux, moyennant le même artifice des armures, toute sorte de mouvements et contorsions. Cela je l'ai trouvé nécessaire pour d'autres animaux, qui ont la peau moins fine et plus seche, lezards, salamandres, serpents, ec. Pour les oiseaux, les souris et autres petits quadrupedes, qui ont des intéguments encore plus épais, la graisse, le tissu cellulaire et autres membranes, qui enveloppent les muscles, il faut absolument enlever tous ces intéguments jusqu'à découvrir la chair vive aux endroits qu'on veut armer; sans quoi à peine pourra-t-on obtenir quelques contractions ou tremblement de quelque muscle, et point de ces mouvements et secousses des membres qu'on se propose d'exciter. Enfin dans les animaux plus grands, chiens, chats, lapins, agneaux ec. et dans les parties trop charnues, où les principaux nerfs inservients au mouvement des membres, c.-à-d. regissants les muscles flexeurs se trouvent trop couverts et

Digitized by Google

ensevelis, il faut oter, outre certaines pellicules ou membranes, s'il s'en rencontre, qui couvrent les chairs, une partie encore de celles-ci, jusqu'à ce qu'on ait aminci convenablement la couche qui s'interpose entre l'armure et le nerf qui doit être irrité, pour qu'il s'ensuive le mouvement qu'on attend. Ce n'est pas qu'on n'obtienne sans cette coupure et amincissement des parties charnues des contractions spasmodiques, des palpitations plus ou moins grandes des muscles; mais elles ne sont dans ce cas que superficielles, et limitées à-peu-près aux environs des armures et à l'espace compris, s'il n'est pas grand; au lieu qu'elles s'étendent loin et arrivent à secouer les membres entiers, toute une jambe p. e. tout le bras et la patte d'un chien, d'un agneau ec. si on a appliqué comme il faut une des armures à l'endroit qui repond au nerf *ischiatique*, ou au nerf *brachial*, et on a oté de cet endroit outre les intéguments communs assez de chair pour qu'il n'en reste que peu d'interposé entre le nerf et l'armure: dans ce cas c'est presque comme si on avoit decouvert le nerf, et on lui eût appliqué la dite armure immédiatement; puisque une couche assez mince de chair bien humide n'empêche pas que le fluide electrique mis en mouvement ne penetre jusqu'à lui, et l'irrite au point de reveiller son action.

On voit donc aussi par ces expériences, que c'est proprement l'irritation des nerfs assujetis à l'incursion du fluide électrique, qui devient cause des mouvements des muscles, non pas une action immédiate du dit fluide sur ces derniers, comme le pense le Dr. GALVANI, et je le pensois moi-même dans le commencement. Que si sans découvrir aucun nerf et en appliquant simplement les deux armures aux muscles eux-mêmes laissés à leur place, ou détachés entierement de l'animal et même à un seul muscle, et jusqu'à un petit morceau de muscle, si, dis-je, en appliquant la feuille d'étain et la lame d'argent à deux parties exterieures, soit d'un seul

Digitized by Google

muscle, soit de deux, on occasionne des contorsions spasmodiques, des palpitations ec. toutes les fois et tout le tems qu'on fait communiquer entre eux ces armures, c'est que chacun de ces muscles et la moindre de leurs parties, se trouvent passemés de filets nerveux, dont il y en a une infinité sous tous les points que couvrent les dites armures.

Une chose pourtant qui merite la plus grande consideration c'est que quoique tous les membres soient pourvus de nerfs, il n'y a néanmoins que ceux qui sont sujets à l'empire de la volonté, les muscles des mouvements spontanés, qui présentent les phénomenes decrits, les contractions ec. par l'action du fluide électrique transmis d'un endroit à l'autre: au moins je n'ai rien pu obtenir des muscles du ventricule, des intestins, ni du coeur même, qui jouissent pourtant, le dernier sur-tout, d'une grande irritabilité, pas même lorsqu'ils se montroient encore pleins de vie et qu'ils se ressentoient à tout autre stimulant physique ou chymique, je n'ai rien pu obtenir, dis-je, par les artifices électriques decrits ni du coeur, ni des intestins ec. tandisque tous les muscles erecteurs et flexeurs des membres, et la plupart de ceux du dos, de la poitrine, du ventre en un mot tout ceux qui obéissent à la volonté ne manquent pas de se prêter aux épreuves dont il s'agit long-tems même après que les stimulants physiques et chymiques n'y produisent plus rien. Ayant essayé dans cette vuë les muscles du diaphragme j'en ai obtenu les effets, comme je m'attendois eu égard que ces mouvements sont aussi volontaires. Ainsi il ne paroit plus rester de doute sur ce point.

Or si le fluide électrique ne peut par ce leger mouvement, que l'application des armures métalliques lui occasionne, exciter les contractions ec. que dans les muscles sujets à la volonté, et reciproquement; ne peut-on pas conclure, que ce n'est pas autrement que la volonté elle-même produit des semblables contractions, savoir par un mouvement pareil

Digitized by Google

qu'elle sçait imprimer au fluide électrique? N'est-on pas fondé à croire, que c'est par son ministere que l'ame agit, comme j'ai déjà avancé, et que le dit fluide n'affecte pas directement les muscles, mais les nerfs, lesquels excités par lui, qui est leur stimulant approprié, agissent à leur tour sur les premiers, comme j'ai montré par expérience? Je me borne à cela; puisque la maniere de cette communication ou passage d'une action à l'autre est encore obscure, comme j'ai déjà avoué; on ne connoit nullement comment s'exerce cette puissance des nerfs pour produire la contraction des muscles; il est pourtant sûr, et mes expériences suffiroient seules à le prouver, que ces mouvements des muscles volontaires viennent de l'action des nerfs sur eux; et il est plus que probable que l'agent, l'excitateur de ces nerfs commandés par la volonté, est en tout cas le même, savoir le fluide électrique, auquel nous voyons operer avec tant de facilité les mêmes effets.

Pour ce qui est des autres muscles, les mouvements desquels ne dependent point de la volonté, et ne peuvent non plus être excités par le doux écoulement du fluide électrique occasionné par les armures ec. on peut croire que de semblables mouvements non volontaires, comme celui du coeur et le mouvement vermiculaire des intestins, ne s'executent point au moyen des nerfs, mais par un autre mechanisme quelconque; que par conséquent les nerfs dont ces muscles sont pourvus, ont un tout autre employ. On comprendroit alors bien pourquoi le fluide électrique, qui dans les expériences dont il s'agit ne fait que stimuler un peu les nerfs, n'occasionne point dans de semblables muscles destitués de mouvement volontaire les contractions et les secousses qu'il occasionne dans les autres, sujets à la volonté.

Mais que dirons-nous s'il y a des animaux, dont toutes les parties se refusent aux mouvements qu'on penseroit y exciter par les artifices indiqués quelque susceptibles qu'elles

Digitized by Google

soient d'ailleurs de mouvements spontanés? J'ai rencontré plusieurs de ces animaux rebelles, pour ainsi dire, dans la classe des vers, comme les sangsuës, les limaces et limaçons, les vers de terre, et autres, sur lesquels ayant fait les preuves de toutes les manières possibles, je n'ai pu rien obtenir. Je dirai plus: ils ont tenu contre des decharges d'électricité artificielle assez fortes pour étinceller, et capables de me donner une commotion sensible dans les bras; il ne s'est point excité dans ces petits animaux de mouvement remarquable en aucune partie de leur corps; ils ont paru en être aucunement affectés: ce qui m'a beaucoup étonné. Seroit-ce faute des nerfs? Mais peut-on dire que ces animaux en manquent? Non surement et les limaces surtout en sont richement pourvuës. Mais vraisemblablement l'office de ces nerfs n'est pas d'induire le mouvement dans les parties, et ces mouvements quoique spontanés s'exercent par un tout autre méchanisme comme les non spontanés dans les autres animaux. Il y a des vers en effet aquatiques et terrestres, dans lesquels on a découvert en decrit le veritable mechanisme de plusieurs mouvements. Quoiqu'il en soit voila une difference essentielle dans l'économie animale entre ceux-ci et les autres animeaux.

Mais si plusieurs vers se refusent, comme on vient de voir, à nos épreuves, je ne me hâterai pas de conclure qu'il en soit de même de touts les vers en general, et encore moins de tous les insectes; au contraire je dois dire, que j'ai réussi très bien sur plusieurs de ces derniers, comme ecrevisses, scarabes, sauterelles, papillons, et jusques sur les mouches. Voila une des manieres par lesquelles j'obtiens plus surement l'effet dans ces animaux difficiles à assujettir aux expériences ou par leur petitesse ou par les écailles dont ils sont recouverts. Après avoir tranché la tête à la mouche, au papillon, au scarabé ec., je leur fend tout au long le corselet avec un canif ou des fines ciseaux, et j'in-

Digitized by Google

troduis profondément dans la fente près du cou un morceau de feuille d'étain, ou de papier argenté, qui est proprement un papier couvert de feuille d'étain et un peu au dessous j'introduis de même bien dans l'interieur le tranchant d'une lame d'argent, p. e. une petite monnoye: alors faisant avancer celle-ci jusqu'au contact de la feuille d'étain, voila les antennes et les jambes se plier, se debattre et le tronc même s'agiter ecc.

Je viens maintenant *) aux expériences, que j'ai faites sur ma langue et sur d'autres et qui m'ont présentés des phénomenes nouveaux aussi curieux qu'instructifs. J'applique à la pointe de la langue une lame d'étain bien nette et plus avant **) sur son plat une monnoye d'argent ou d'or; puis avançant celle-ci je la fais arriver jusqu'au contact de la dite lame: à l'instant il s'excite sur la pointe de ma langue une sensation plus ou moins vive; celle d'une saveur aigre bien décidée, qui continue et va même en augmentant tant que la communication des deux metaux dure. Au lieu d'une lame solide d'étain je me sers plus avantageusement d'une feuille mince de ce métal, †) ou d'un morceau de ce papier argenté dont j'ai parlé ci-dessus. Voila un phenomene bien frappant: mais ce qui l'est encore plus, c'est qu'en faisant l'expérience d'une maniere inverse, c'-à-d. en appliquant au plat de la langue ††) l'étain et l'argent à son bout, on sent *ici* §) une

*) Ici commence avec les mots „Venons aux expériences" le passage répété dans la lettre XIV, du 11 octobre 1792.

**) La lettre XIV introduit ici les mots: „soit dessus ou dessous ou à coté, ordinairement".

†) Au lieu des mots qui terminent la phrase, la lettre XIV ajoute les suivants: „de celles qu'on achete chez les batteurs d'or et mieux encore d'un morceau de ce papier qu'on dit argenté et qui est véritablement enduit d'une feuille luisante d'étain comme on scait".

††) La lettre XIV ajoute: „ou a tout autre endroit".

§) Au lieu d'„ici" la lettre XIV a: „alors".

Digitized by Google

saveur tout-à-fait differente, une saveur brulante tirant à l'amer, d'une acreté enfin plûtôt alcaline qu'acide.

Il n'est pas douteux, que cette *différente sensation vient* *) de ce que le fluide électrique entre dans un cas et penetre la pointe de la langue et dans l'autre il en sort; et je crois avoir determiné lequel des deux saveurs tient à l'entrée lequel à la sortie du dit fluide. C'est donc la saveur acide qu'il produit en entrant et l'autre *alcaline ou quasi alcaline* **) en sortant: *ainsi l'étain fait passer du fluide électrique à la partie qu'il revêt et l'argent au contraire soutire du même fluide aux points qui lui sont en contact* †). J'ai eu recours pour determiner cela à l'électricité artificielle: j'ai appliqué le bout de la langue au grand conducteur de la machine électrisé tantôt positivement, tantôt négativement et j'ai senti bien distinctement les deux mêmes saveurs, l'acide par l'électricité positive, l'autre saveur acre et presqu'alcaline par la négative ††). Il faut pour bien goûter et distinguer ces saveurs ne pas exciter d'étincelles sur la langue, lesquelles en l'irritant trop vivement procureroient d'autres sensations que celle du goût, des sensations plus ou moins douloureuses: il faut non pas de ces irritations brusques et à secousses, mais une *irritation* §) douce et continuée telle qu'on l'a en recevant sur le bout de la langue le soufle chatouillant ou vent électrique à une distance convenable de la pointe

*) Au lieu des mots en italiques la lettre XIV a: „différence depend".

**) Au lieu des mots en italiques la lettre XV a: „piquante et désagréable".

†) La lettre XIV supprime les mots en italiques.

††) La lettre XIV ajoute: „celui-ci pourtant avec plus de difficulté. Or l'étain produisant la saveur qu'excite l'électricité positive, et l'argent celle qu'excite la négative, en doit conclure que le premier donne du fluide électrique a la partie de la langue à laquelle il se trouve appliqué, le second en prend. Pour ce qui est de cette espèce d'expériences avec la machine."

§) La lettre XIV a „titillation".

Digitized by Google

émoussée du conducteur, ou en tenant appliqué le bout même de la langue au conducteur tandis qu'on fait jouer la machine électrique. Voulez-vous exclure tout soupçon, que la saveur qu'on sent soit la saveur propre du métal? n'appliquez pas immediatement votre langue *à celui-ci* *) mais à un morceau de bois, à un drap mouillé ec. *que vous aurez mis au conducteur métallique* **). Il est bon aussi pour empecher, qu'en retirant par hazard la langue il n'éclate des étincelles piquantes, de laisser pendre une chaine du conducteur sur la table, ou sur le plancher; alors ce conducteur n'étant pas isolé donne un passage assez libre au fluide électrique et rien n'arrete son cours tant qu'on fait jouer la Machine; si bien que par cet écoulement continuel l'électricité ne peut jamais monter à une tension considérable; à peine un electrometre bien sensible appliqué à ce conducteur donne-t-il quelque foible signe. Cependant comme en appliquant la langue à ce même conducteur une partie *plus ou moins* †) grande du fluide électrique *mis en mouvemeut* ††) doit s'écouler par cette voye §) voila justement ce qu'il faut pour chatouiller doucement la langue *c'-à-d. les nerfs du goût* §§) et y exciter la sensation, dont il s'agit, savoir la saveur acide ou l'autre acre et brulante, selon que le fluide entre ou sort. Il faut pourtant, afin que ces sensations soient remarquables et assez vives, sur-tout celle de la saveur alcaline, qui §§§) s'excite plus difficilement, quoique lorsqu'on

*) La lettre XIV a: „au conducteur métallique".

**) La lettre XIV a: „que vous lui aurez mise".

†) Au lieu des mots soulignés, la lettre XIV a: „assez".

††) Au lieu des mots soulignés, la lettre XIV a: „qu'il transmet".

§) La lettre XIV ajoute „plus facile".

§§) La lettre XIV supprime les mots en italiques.

§§§) La lettre XIV ajoute: „comme j'ai déja dit".

Digitized by Google

arrive à l'exciter elle devienne par son acreté plus piquante et desagreable, il faut, dis-je, que le fluide électrique, qui coule si doucement, soit en revanche assez copieuse: c'est pourquoi il faut que la Machine joue bien, et fournisse abondamment.

Avec tout cela on ne parvient *) jamais à exciter une saveur aussi forte que celle qui est produite par les deux lames d'argent et d'étain appliquées simplement à la langue et communiquantes entr'elles. La raison est probablement, qu'ici le mouvement du fluide électrique est encore moins rapide, de sorte que s'arrêtant pour ainsi dire au bout des *nerfs* **), il y deploye plus avantageusement cette action, qui est propre à exciter le sens du goût. On peut aussi croire, que la quantité de fluide électrique mis en jeu de cette maniere n'est pas petite, quoique son courant ait peu de vitesse †). Mais je parlerai de cela dans la suite.

Il faudra, Monsieur, qui je vous écrive une seconde lettre en continuation de celle-ci, car j'ai encore bien de choses à vous communiquer. Agréez en attendant ceci, et que je sache ce que vous en pensez. Je suis avec toute l'estime et l'amitié possible

Votre ec.
A. VOLTA.

A. Monsieur
Monsieur le docteur VAN MARUM, Directeur
de Musée de Teyler à
Hollande. *Harlem.*

*) La lettre XIV ajoute: „pres que".

**) La lettre XIV a: „papilles nerveuses".

†) Ici se termine la partie de cette lettre que VOLTA a répétée dans sa lettre du 11 octobre suivant.

Digitized by Google

NOTES.

[1]) Les deux lettres XIII et XIV n'en forment proprement qu'une seule. Elles ont été copiées par VOLTA d'après la minute d'une pièce étendue destinée à être envoyée à VAN MARUM. Ensemble elles forment un Mémoire que VOLTA s'est proposé de continuer dans une troisième lettre, que toutefois il n'a pas écrite. La forme épistolaire était celle que VOLTA employait de preférence pour publier les résultats de ces travaux. Le plupart de ses Mémoires ont été rédigés en forme de lettres adressées à quelque savant. 1792 ?

En continuant, le 11 octobre 1692, l'exposé de ses découvertes commencé le 10 août précedent, VOLTA, ne se rappelant plus où il en était resté, a repris son sujet un peu plus haut qu'il ne devait, de sorte que la lettre XIV commence par une répétition d'une assez grande partie de la fin de sa première lettre. En transcrivant sa minute il y a apporté quelques légers changements. Nous n'avons pas reproduit dans le texte de la lettre XIV la partie répétée; mais nous avons indiqué dans la lettre XIII, en notes au bas de la page, les variantes que l'on rencontre dans la lettre XIV.

Pour faire ressortir l'importance de ces deux lettres, qui constituent un Mémoire inédit de VOLTA, je me permets de faire suivre ici la Note que j'ai présentée au Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere de Milan.

„Les lettres de VOLTA à VAN MARUM du 30 août et du 11 octobre 1792 marquent une date à jamais mémorable dans l'histoire de la science et de la civilisation. Dans l'ordre chronologique des travaux immortels de VOLTA, elles se placent entre la „*Memoria seconda sull'ellettricità animale*" et ses deux célèbres lettres à TIBERIO CAVALLO.

„VOLTA, en écrivant à VAN MARUM, ne se trouvait pas encore distrait, — comme il le sera bientôt après, — par l'opposition D'ALDINI et le débat scientifique avec les Galvanistes, lequel, pendant plusieurs années, a absorbé toute son attention.

„Ce qui, dans ces lettres de VOLTA, donne un attrait particulier au récit de ses découvertes, ce qui leur prête une importance historique exceptionnelle, c'est que, admettant pour ainsi dire son ami de Hollande dans l'intimité de sa pensée scientifique, il lui confie dans tous leurs détails la marche de ses idées et les réflexions qui se sont présentées à son esprit.

„En effet, l'invention de la pile voltaïque n'est pas seulement mémorable par le progrès immense qu'elle a réalisé en ouvrant la voie à la série des découvertes brillantes du 19^{me} siècle: l'électrolyse, l'électro-magnétisme, la thermo-électricité,

Digitized by Google

l'électro-dynamique, l'induction en leurs nombreuses applications; — elle constitue encore le plus beau triomphe de la méthode expérimentale: de l'expérience guidée par la réflexion d'un esprit instruit et éclairé, consolidée par la recherche d'une scrupuleuse précision, et soutenue par une ardeur de travail et une patience infatigables.

„Du moment que VOLTA s'occupe du phénomène merveilleux, qu'une chance heureuse avait mis entre les mains de GALVANI, le problème prend un aspect nouveau par la méthode logique et rigoureuse à laquelle VOLTA soumet ses expériences, où désormais rien ne dépend plus du hasard. Car, si l'expérience de la langue lui fait connaître, dans la sensation du goût, excitée par l'électricité, un fait inattendu, c'est que marchant d'un pas sûr dans la voie qui lui est tracée par le raisonnement, il se trouve tout naturellement conduit à un champ nouveau, dont aussitôt il reconnaît toute la valeur, qu'il examine dans tous ses détails, et qui, en effet, lui fournit les matériaux fondamentaux de sa grande découverte. C'est cette expérience et les conséquences que VOLTA en déduit qui forment l'intérêt principal de sa lettre du 11 octobre 1792.

„Les commotions musculaires produites, lorsque le circuit de deux métaux accouplés se trouve fermé par un bout de nerf, ne dépendent pas directement de la quantité d'électricité mise en mouvement. Nous savons aujourd'hui, que leur intensité est une fonction de la *variation* du courant dans l'unité de temps. VOLTA ne pouvait donc trouver dans ce phénomène la relation quantitative de l'effet à la cause qu'en mesurant l'intensité d'une *décharge instantanée* capable de produire l'effet. Dans cette direction il a épuisé, dès ses premières recherches, tout ce que, avec les moyens de son temps, il était possible de tirer de l'expérience. Dans l'expérience de la langue, au contraire, il pouvait trouver dans l'effet cumulatif d'un *courant constant* le moyen de se faire une idée de la direction et de la quantité d'électricité que le contact de deux métaux est capable de mettre en mouvement. Ce moyen ne lui échappe pas, et aussitôt il en tire les conséquences les plus considérables.

„Dans le but de déterminer le sens du courant, produit par les deux pièces d'étain et d'argent appliquées, l'une à la pointe, l'autre au plat de la langue, il expose cet organe aux effluves du conducteur de la machine électrique, chargé tantôt positivement tantôt négativement, et, en observant quel est le signe de la charge qui produit la saveur acide, quel est celui de la saveur alcaline, il conclut justement que c'est l'étain qui fait passer l'électricité positive à la pointe de la langue. Mais son génie expérimental, constamment en éveil pour saisir la mesure quantitative d'un effet observé, lui fait reconnaître immédiatement le fait étonnant que la quantité d'électricité mise en mouvement par le contact des deux métaux

Digitized by Google

est *très considérable* comparée à celle d'une machine électrique. C'est ainsi qu'il découvre, dès que l'expérience de la langue lui fournit un nouveau moyen de recherche, le secret des effets prodigieux que manifestera sept ans plus tard la pile voltaïque, la source des *torrents d'électricité* dont VAN MARUM, en suivant les indications de VOLTA, constatera, au moyen de la grande batterie Teylérienne, l'inépuisable richesse.

„Mais ce qui constitue l'intérêt dominant de la lettre du 11 octobre 1792, c'est que VOLTA, en variant les circonstances de l'expérience de la langue, arrive *à construire un véritable élément voltaïque.* Il plonge dans une jarre d'eau une lame d'étain et une lame d'argent séparées; au moyen de deux spatules d'argent il les met en communication l'une avec la pointe, siège du goût, l'autre avec le plat de la langue, et démontre ainsi que la sensation acide, produite lorsque la pointe se trouve en communication avec l'argent de la jarre, est indubitablement due à l'électricité mise en mouvement par cette combinaison, parce que cette fois la langue se trouve en contact avec deux métaux identiques.

„Ainsi se trouve créé le modèle *d'un élément de la couronne des tasses* de 1800. Dans cette ordonnance, donnée par VOLTA à l'expérience de la langue, nous avons devant les yeux un élément voltaïque, formant circuit avec un appareil électrolytique, constitué par les spatules d'argent comme électrodes, et les humeurs de la langue comme électrolyte.

„Variant encore la disposition de l'expérience, VOLTA prend une lame d'étain et une lame d'argent, appliquées d'un côté et de l'autre contre un drap ou un carton mouillé, créant ainsi *un élément de la pile voltaïque.*

„Ces deux expériences de 1792 sont restées inconnues jusqu'ici. Il faut donc reculer de 7 ans et demi l'invention dés organes essentiels des deux appareils décrits par VOLTA dans sa célèbre lettre du 20 mars 1800, adressée à Sir JOSEPH BANKS. Déjà en août ou octobre 1792 VOLTA en possédait le secret, cinq ou sept mois après qu'il eut commencé à répéter les expériences décrites par GALVANI!

„Malheureusement, les réponses de VAN MARUM aux deux remarquables lettres de VOLTA, ne sont pas parvenues à ce dernier. Elles se sont perdues dans les troubles de la guerre de 1792. Attendant en vain quelque réponse de VAN MARUM, VOLTA n'a jamais écrit la troisième lettre qu'il lui avait promise. C'est ainsi que la correspondance entre les deux physiciens a été interrompue jusqu'en 1796. Dans l'intervalle, VOLTA a été continuellement occupé par la lutte engagée avec les partisans d'une électricité animale proprement dite. Ce n'est que par sa *Lettera III da Como all'ab.* VASSALLI du 24 octobre 1795, qu'il est parvenu à se délivrer complètement de l'obligation de répondre aux attaques des Galvanistes.

Digitized by Google

L'expérience par laquelle VALLI avait cru confondre définitivement l'adversaire de l'électricité animale et qui consiste à produire les commotions musculaires dans un circuit où il n'entre que les parties de l'animal même, fut interprétée par VOLTA comme une preuve, que ce ne sont pas seulement les métaux qui par leur contact produisent un déséquilibre de l'électricité, mais que les conducteurs de seconde classe (comme sont les liquides et les corps humides) jouissent de cette même propriété. En énonçant cette thèse, VOLTA dit qu'il avait déjà antérieurement exprimé ces vues dans une lettre à l'abbé TOMMASELLI et dans quelques lettres écrites pendant l'été de 1792 au célèbre physicien hollandais VAN MARUM. Évidemment il s'est souvenu de la lettre du 30 août et de celle du 11 octobre 1792, qui en est la continuation. En effet, dans cette dernière VOLTA parle de „ses ultérieures expériences, qu'il serait trop long de rapporter ici" qui lui ont appris que l'électricité est également mise en mouvement lorsque l'eau ou un carton mouillé viennent en contact avec un métal. Déjà en octobre 1792 VOLTA avait donc reconnu qu'il n'existe entre les métaux et les corps liquides qu'une différence quantitative, et saisi la généralité de la loi, d'après laquelle le contact de corps conducteurs hétérogènes quelconques produit l'effet qu'il avait indiqué comme la cause des commotions observées dans la grenouille préparée de GALVANI".

La note suivante contient quelques détails sur les premiers travaux de VOLTA concernant la découverte de GALVANI, jusqu'à l'époque de sa première lettre à VAN MARUM sur ce sujet.

[2]) Le célèbre Mémoire de GALVANI a paru pour la première fois dans la collection académique:

De Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia Commentarii. Tomus septimus. Bononiae Ex Typographia Instituti Scientiarum. MDCCXCI. Cum Approbatione in-4°. Il y est intitulé:

ALOYSII GALVANI *De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius* et occupe les pages 363—418 de ce volume, avec quatre planches. Une traduction allemande a paru sous le titre:

ALOYSI GALVANI *über die Kräfte der thierischen Electrizität auf die Bewegung der Muskeln nebst einigen Schriften der H.H.* VALLI, CARMINATI *und* VOLTA *über eben diesen Gegenstand. Eine Uebersetzung herausgegeben von D. Johann Mayer k. Pl. Hofrath, Mitglied der röm. kais. Akademie der Naturforscher, der k. böhmischer Gesells. der Wissensch. der Churpfalzischen Physischökonomischen Gesells. zu Leipzig, und der Naturforscher zu Berlin etc. etc. Mit* 4 *Kupfertafeln. Prag.* 1793, *bei J. G. Calve* petit in-8°.

Les planches reproduisent exactement, sur une échelle réduite, celles de l'édition originale de Bologne. La traduction est souvent défectueuse; en quelques en-

Digitized by Google

droits le sens de l'original n'est pas reconnaissable. Sous le même format JOHANN MAYER fit paraître la même année chez le même éditeur:

Schriften über die Thierische Electrizität von D. ALEXANDER VOLTA *K.K. Professor der allgemeinen und Experimental-Physik an der Universität zu Pavia, des Instituts der Wissenschaften zu Bologna, und mehreren Akademien Mitglied. Aus dem Italiänischen übersetzt.*

En 1792, GIOVANNI ALDINI, neveu de GALVANI et défenseur ardent des vues de son oncle, procura une nouvelle édition latine du Commentaire: *„cum Joannis Aldini Dissertatione et Notis, Accesserunt Epistolae ad animalis electricitatis theoriam pertinentes. Mutinae MDCCXCII. Apud Societatem Typographicam. Superiorum permissu* in-4°.

Dans cette édition ALDINI s'est permis quelque liberté quant aux planches dont il en donne trois, en supprimant la Planche II de l'édition de Bologne. Non seulement il a changé l'arrangement des figures en y intercalant celles qui se rapportent aux notes qu'il a ajouteés au Commentaire de GALVANI, mais les figures mêmes de GALVANI ont subi des modifications.

En 1840, l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne entra en possession des manuscrits de GALVANI, qui lui avaient été légués par ALDINI. L'examen de ces papiers, confié à une Commission, a conduit a l'édition des:

Opere edite ed inedite del Professore Luigi Galvani raccolte e pubblicate per cura dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna Bologna Tipografia di Emidio dall' Olmo. M.DCCCXLI,

un fort volume in-4°. orné d'un beau portrait de GALVANI et contenant, outre les œuvres qu'on a pu réunir de GALVANI, le Rapport de la Commission, rédigé par SILVESTRO GHERARDI et l'Eloge de GALVANI, composé per GIUSEPPE VENTUROLI. Le fameux Commentaire de GALVANI, d'après la rédaction D'ALDINI y occupe les pages 61—132. Les planches ont été copiées d'après celles D'ALDINI, après qu'on y eut complété toutefois une partie, omise par ALDINI, de la Table 4 de l'édition originale.

Cette édition des Oeuvres de GALVANI a fait connaitre le fait surprenant que GALVANI a publié dans son *Commentarius* le fruit de plus de dix années de travail. Depuis 1780 il s'est occupé de recherches sur l'excitabilité des nerfs et le fluide nerveux. Et même la plus ancienne expérience connue, celle du 6 novembre 1680, porte l'inscription, *rane preparate alla solita maniera* de sorte que déjà à cette date reculée la manière de préparer la grenouille pour qu'elle presente la plus grande sensibilité lui semble avoir été familière.

Le Mémoire de GALVINI est divisé en quatre parties. Dans la première il traite des commotions excitées dans la grenouille préparée, lorsque dans le voisinage on tire une étincelle d'un conducteur électrisé. Les longs essais, tentés par GALVANI pour

Digitized by Google

varier cette expérience, ne lui ont fait découvrir dans ce domaine aucun fait réellement nouveau. Les commotions musculaires causées par une décharge électrique étaient connues depuis les premières expériences faites avec la bouteille de Leide; le choc de retour, produit dans des conducteurs placés sous l'influence d'un corps électrisé lorsque celui-ci se décharge, ne l'était pas moins, et si GALVANI avait réellement connaissance, comme le prétend GHERARDI, de effets de l'influence électrique, on ne peut que s'étonner que l'obsession d'une électricité animale qu'il s'agissait de découvrir l'ait à tel point pu dérouter dans la véritable explication des phénomènes qui se présentaient à lui. Il en est de même des actions de l'électricité atmosphérique traitées dans la seconde partie de son ouvrage. Elle n'ont qu'un intérêt historique, en ce que, dans ces recherches, le hasard l'a conduit à l'expérience fondamentale de l'électricité galvanique: les commotions produites lorsque le crochet de laiton, servant à suspendre la grenouille préparée, vint à toucher, en même temps que cette dernière, le grillage de fer qui entourait la plate-forme où GALVANI faisait ses expériences. C'est de l'étude de ce phénomène entièrement nouveau que s'occupe la troisième partie du Commentaire. La quatrième contient la théorie que GALVANI propose pour expliquer les singuliers effets qu'il a observés, et les considérations par lesquelles il s'efforce de faire ressortir la haute importance de ses découvertes, non seulement pour la physiologie mais aussi pour l'art de guérir. La nouveauté de ces expériemes et la hardiesse des conséquences qu'il en tire, qui vont jusqu'à vouloir guérir par l'électricité contraire les maux causés par l'accumulation dans le corps humain d'une électricité corrompue, étaient bien faits pour exciter la sensation universelle qui suivit ces révélations inattendues.

D'après GALVANI les phénomènes, par lui observés, s'expliquent tous par l'action d'un électricité animale résidant dans l'intérieur des muscles et qui se déchargerait par les nerfs. D'après lui le muscle, garni du nerf qui le régit, constituerait une espèce de bouteille de Leide. Les parties intérieures seraient chargées positivement, les parties extérieures constitueraient l'armure chargée négativement; le nerf formerait la tige conductrice de la surface intérieure, l'arc conducteur touchant d'un côté la surface du muscle, de l'autre le nerf, opérerait la décharge de même que dans la bouteille de Leide; la décharge produirait directement sur le muscle l'effet de la contraction.

GALVANI envoya un exemplaire de son Commentaire a DON BASSANO CARMINATI, Professeur de Médecine à l'Université de Pavie. Celui-ci le communiqua à son collègue VOLTA, en l'excitant à répéter les expériences de GALVANI. Nous faisons suivre ici un résumé des travaux de VOLTA, jusqu'à la date de sa première lettre à VAN MARUM.

Digitized by Google

VOLTA, comme il le confesse ouvertement, a abordé ces recherches avec quelque défiance. Il n'y a pas lieu de s'en étonner. Nous connaissons par ses lettres à VAN MARUM ses sentiments sceptiques envers les idées fantastiques, nourries par les médecins de son époque sur l'influence de l'électricité dans l'économie animale et ses effets salutaires en cas de maladie. De plus, la lecture des deux premières parties du Commentaire de GALVANI devait être peu propre à lui donner une haute idée des connaissances en physique d'un auteur, qu'il voyait errer à l'aventure sur un terrain, à lui-même si bien connu. Il entreprit ses premières recherches à Pavie, dans la dernière huitaine de mars 1792. Dès la première vérification de l'expérience fondamentale galvanique son incrédulité se changea en enthousiasme. Il adopta sans hésiter l'hypothèse qui identifiait le muscle avec une bouteille de Leide et se mit immédiatement à en étudier systématiquement les propriétés. Persuadé que, particulièrement en physique expérimentale, on ne peut jamais faire quelque chose de bon sans mesures quantitatives*), il essaya de mesurer la grandeur des décharges nécessaires pour produire des commotions dans la grenouille soit intacte, soit décapitée et armée d'une aiguille enfoncée dans l'épine dorsale, soit encore préparée d'après le mode de GALVANI et armée de feuilles d'étain. Il reconnut ainsi que la grenouille était d'autant plus sensible, que la décharge électrique devait passer plus exclusivement par les nerfs, et que dans la grenouille préparée de GALVANI la sensibilité se trouvait accrue au point de surpasser celle des électroscopes les plus parfaits alors connus.

VOLTA en conclut que le muscle et le nerf constituant la bouteille électrique n'avaient besoin d'être chargés que d'une quantité d'électricité excessivement faible pour produire les commotions observées par GALVANI. Il restait encore à déterminer le sens de la charge. Comme l'électricité libre du nerf était trop faible pour être accusée par un electromètre, VOLTA recourut à l'artifice ingénieux de décharger une petite bouteille très faiblement chargée tantôt positivement, tantôt négativement, et de mesurer dans les deux cas l'intensité de la charge justement suffisante pour produire la commotion, lorsqu'on appliquait le crochet de la bouteille au nerf, et l'étain extérieur à la surface du muscle. Il trouvait que lorsque la bouteille exploratrice était chargée positivement la charge limite était quatre à huit fois plus faible que dans le cas contraire, et en conclut que, contrairement à ce qu'avait supposé GALVANI, l'électricité animale de l'intérieur des muscles devait être négative, celle de l'extérieur du muscle positive.

VOLTA, s'étant rendu vers la fin du mois à Milan, y montra quelques-unes

*) „E che mai può farsi di buono, se le cose non si riducono a gradi e misure, in fisica particolarmente". *Memoria Prima sull' Electricità animale*, § 27.

Digitized by Google

des expériences de GALVANI chez le Comte D'ANGUISSOLA et, sur la prière d'un des assistants, le médecin de l'hôpital de Milan, rédigea une courte note sur ses propres travaux; elle est datée du 3 avril 1792 et est connue comme: *Lettera al Signor Dottor* GIUSEPPE BARONIO, sa première publication sur l'électricité voltaïque. Elle a été insérée dans le *„Giornale fisico-medico per servire di seguito alla Biblioteca fisica d'Europa di* LUIGI BRUGNATELLI, au tome II (1792), p. 122 – 130, et se trouve imprimée dans la *Collezione* D'ANTINORI T. II, P. I (vol. 3), p. 13 – 52. J. MAYER, dans le premier des ouvrages cités plus haut, en a donné une traduction allemande, p. 158 – 167.

CARMINATI rapporta à GALVANI les premiers résultats obtenus par VOLTA. GALVANI, dans sa réponse à CARMINATI, a voulu soutenir sa thèse sur le signe de l'électricité des muscles contre les objections de VOLTA; il a manqué d'en saisir la portée. Cette correspondance a été publiée par ALDINI dans son édition du *Commentarius* de GALVANI, p. 67 – 79, et reproduite en allemand par J. MAYER, p. 158 – 183.

La seconde publication de VOLTA sur ce sujet est un discours prononcé, à l'occasion d'une promotion dans l'auditoire de l'université de Pavie, le 5 mai 1792. Elle est connue comme: *La Memoria Prima Sull'Electricità animale* et a été insérée dans le *Giornale* cité de BRUGNATELLI, au Tome II (1792), p 147 – 187, et dans la *Collezione* d'ANTINORI T. II, P. I (volume 3), p. 13 – 52. MAYER, dans le second des ouvrages cités plus haut, en a donné une traduction allemande, p. 1 – 59.

Dans la première partie de ce discours VOLTA fait l'éloge de GALVANI, qui le premier aurait découvert l'existence *di una vera e propria electricità animale*. Il expose les faits observés par GALVANI et fait remarquer l'analogie avec les phénomènes de la Raja Torpedo et du Gymnotus electricus. Il récapitule les expériences dans lesquelles on avait à tort voulu voir l'effet de l'électricité animale, telles que l'électricité excitée par frottement de la peau des animaux, des plumes des perroquets, etc., ainsi que les vues peu fondées des Physiologistes. Il cite en passant les expériences antérieures sur l'excitabilité des muscles par l'électricité, et termine en appuyant sur la grande distance qui existe entre ces expériences, vagues et mal interprétées, et les faits précis découverts par GALVANI; il compare l'importance de ces derniers à celle de la découverte faite par FRANKLIN de l'identité de l'électricité et de la foudre.

La seconde partie contient un exposé de ses propres recherches quantitatives sur l'intensité de la charge requise pour produire les commotions. Il ajoute ce fait nouveau que, de même que dans un seul muscle avec son nerf, dans la grenouille entière et intacte, la décharge requise pour produire la commotion est plus faible lorsque le courant est descendant que dans le cas contraire.

Mais on remarque déjà chez VOLTA quelque doute sur la validité de la théorie de la bouteille de Leide animale, et il insiste spécialement sur la difficulté de produire

Digitized by Google

les commotions par la simple application de l'arc conducteur lorsque les feuilles minces de métal, dont on a armé les parties animales, sont de nature identique.

Le discours a été suivi bientôt, 14 Mai 1792, par la *Memoria Seconda sull' electricità animale, (Giornale di* BRUGNATELLI T. II (1792) p. 241—270 et T. III (1792) p. 35—73, ANTINORI *Collezione,* T II, P. I (volume 3), p. 55—118. J. MAYER, deuxième ouvrage, p. 60—144),

Dans ce Mémoire, plus approfondi que ne pouvait l'être un discours académique, VOLTA donne libre carrière à la critique scientifique, qui bientôt change ses doutes à l'égard de la théorie de GALVANI en arguments destructifs irrésistibles. En étudiant ce Mémoire, on voit le ciel serein de témoignages favorables aux travaux de GALVANI se couvrir, les nuages s'amonceler, en on sent approcher de loin l'orage qui finira par détruire complètement la théorie de GALVANI.

Le Mémoire débute par la description des différentes manières dont on peut faire entrer en convulsion par des décharges électriques une grenouille soit entière soit préparée. A ce propos VOLTA remarque que les expériences décrites dans les deux premières parties et figurées dans les deux premières planches du *Commentarius* de GALVANI n'ont rien d'étonnant et s'expliquent facilement par les lois bien connues des *atmosphères électriques*, dont l'application au choc de retour avait été donnée par MAHON *). VOLTA ne manque pas d'observer que cette remarque ne change rien au mérite de GALVANI ni à la nouveauté des expériences décrites dans la troisième partie du *Commentarius.*

Passant ensuite à ses dernières expériences, plus précises que ses premiers essais, VOLTA décrit un support approprié pour isoler les grenouilles entières ou préparées qu'il veut examiner, et explique l'échelle électrométrique qu'il s'est procurée au moyen de trois électromètres, — celui à quadrant de HENLEY, celui à pailles de sa propre invention, et ce dernier muni d'un condensateur, - qui lui servent à mesurer la tension de la charge d'une petite bouteille de Leide. Le degré du premier électromètre équivaut à 16 degrés du second, dont le condensateur permet de mesurer les 50mes. La bouteille de Leide chargée à des tensions mesurées au

*) L'édition française de cet ouvrage est intitulée : *Principes d'électricité, contenant plusieurs théorèmes appuyés par des Expériences nouvelles, avec une Analyse des avantages supérieurs des conducteurs élevés et pointus. On explique de plus dans ce Traité le choc électrique de retour, par lequel des effets funestes peuvent être produits à une très-grande distance de l'endroit où le Tonnerre tombe. Par Milord* MAHON, *de la Société Royale de Londres. Ouvrage traduit de l'Anglais, par Mr. l'Abbé N..... de la même Société, et de quelques autres Académies; auquel on a joint certaines notes intéressantes et propres à confirmer les Principes nouveaux de l'illustre Auteur. A Londres, Et se trouve A Bruxelles, Chez* EMMANUEL FLON, *Imprimeur-Libraire près de la Monnoie* M. DCC. LXXXI. in-4°.

Digitized by Google

moyen de cette échelle, lui fournit le moyen de doser les charges qu'il fait passer par diverses parties de la grenouille.

La recherche méthodique des circonstances qui augmentent la sensibilité de l'électroscope animal le conduit ainsi au résultat important, que celui-ci réagit sur des courants d'autant plus faibles que l'électricité passe plus exclusivement par les nerfs, et pour vérifier cette conclusion il arrive à exciter de fortes commotions en faisant entrer et sortir la charge par deux points rapprochés d'un même nerf de sorte que le muscle même ne peut être atteint. Dès lors il n'y a plus qu'un pas à faire: il suit immédiatement. VOLTA munit deux parties rapprochées d'un même nerf d'armures de métaux différents, les met en communication au moyen de l'arc conducteur et voit se produire de fortes convulsions dans tout le membre qui dépend de ce nerf.

Voilà la théorie de la bouteille de Leide animale renversée. Le muscle, la surface extérieure de la prétendue bouteille, n'est pas touché par l'arc conducteur. On ne décharge pas une bouteille de Leide en touchant avec les deux bouts de l'arc conducteur deux points de la tige. L'essentiel est de faire passer l'électricité par un bout de nerf, et on y arrive en formant un circuit avec deux métaux différents appliqués à deux points du nerf. C'est difficile à comprendre (§ 59), mais c'est un fait!

Les expériences sur les muscles ne sont pas moins concluantes. L'arc conducteur appliqué à deux points d'un même muscle armés de métaux différents fait naître des commotions locales, pourvu que le muscle contienne des filaments nerveux assez voisins pour participer au courant.

C'est ainsi que VOLTA est conduit à l'expérience de la langue, muscle humain, facilement accessible. Au lieu des commotions qu'il attendait, il éprouve la sensation d'une saveur acide ou aigre selon l'arrangement des deux métaux. Toutefois il ne parvient pas encore à déterminer laquelle des deux saveurs est produite par l'électricité qui *entre* dans la pointe de la langue, quelle est celle de l'électricité qui *sort*.

Dans le cours du Mémoire, VOLTA insiste à chaque instant sur le rôle important que joue dans la production des commotions galvaniques la dissimilitude des métaux qui se trouvent en contact avec les parties animales.

Il rapporte que GALVANI avait déjà remarqué cette condition nécessaire lorsqu'on opérait sur des préparations dont la sensibilité était affaiblie. GALVANI, en effet, mentionne plusieurs fois la plus grande aptitude d'armures de nature différente pour exciter les commotions, mais il ne s'arrête pas autrement à concilier ce fait avec sa théorie de l'électricité animale, qu'en l'attribuant à quelque différence de capacité électrique, analogue à celle des chaleurs spécifiques.

VOLTA, en écrivant sa *Memoria seconda*, avait déjà de plus près étudié cette propriété. Une note à la fin du § 72 contient les éléments de la classification des métaux en trois ordres, que nous retrouvons dans la lettre XIII. La *Memoria seconda*

Digitized by Google

a paru en deux parties dans les livraisions de juin et juillet du *Giornale* de BRUGNATELLI. Dans sa *Memoria Terza sull' Elettricità Animale Compresa in una Lettera diretta al Signor* GIOVANNI ALDINI, *Professore a Bologna,* VOLTA dit que la seconde Partie de la *Memoria seconda* n'était pas encore publiée lorsque parut l'édition du Commentaire de GALVANI, procurée par ALDINI. (Consultez, à ce sujet, la note 1 de la lettre XIV). La lettre à VAN MARUM du 30 août doit avoir suivi de très près la *Memoria seconda.* Dans l'intervalle, VOLTA a réussi à déterminer le sens du courant dans l'expérience de la langue.

[3]) Parmi les divers essais tentés par GALVANI pour découvrir le siège de l'électricité animale dans les muscles et les nerfs, essais qui finalement l'ont conduit à sa théorie de la bouteille de Leide animale, on est surpris de rencontrer une expérience (p. 26 de l'édition d'ALDINI) dans laquelle, selon toute probabilité, GALVANI a observé les commotions musculaires, lorsque deux points d'un même nerf sont touchés par deux métaux accouplés. GALVANI ne rapporte cette expérience que tout à fait incidemment: il ne s'y arrête pas, et n'en tire aucune conséquence.

A ce sujet, E. DUBOIS-REYMOND, dans le beau tableau tracé de main de maître des „Commencements du Galvanisme" au premier chapitre de ses „*Untersuchungen über Thierische Electricität*", place, dans la note 2 de la page 47, une remarque qu'il m'est impossible de reconnaître comme juste. Voici ce qu'il dit:

„C'est donc à tort que VOLTA parle comme si cette manière d'exciter les „commotions, fût restée inconnue à GALVANI. *Collezione dell'opere ec.* Ivi p. 86 „*(Memoria seconda sull'Elettricità animale)* p. 132 (First letter to Mr. TIBERIUS „CAVALLO § 13). GALVANI dit (p. 88) „....sed tamen haud raro aliquas".... (contrac- „tiones prodire).... „si una arcus extremitas armato musculi loco accomodaretur, „altera adjacenti ac nudae ipsius musculi superficiei; secus vero tentato experi- „mento nullas prodire: idem quoque evenire, sed longe difficilius in interna mus- „culi substantia; sed facilius longe, et promptius contractiones oboriri, si eadem „ratione armato nervo arcus adhiberetur, immo si arcus loco deferentis alicujus „corporis exigua licet extremitas in usum vocaretur, atque partim limbus metallici „folii, partim nudus nervus eadem attingeretur". Il est certainement inconcevable „que cette circonstance d'une importance tellement supérieure ait si peu attiré „l'attention de GALVANI et que celui-ci ensuite s'occupa d'une théorie qui ne sau- „rait subsister un instant justement devant cette expérience; toutefois, lorsque „VOLTA avait appelé son attention sur ce fait il ne lui fut pas difficile, avec sa „manière d'accumuler sans fondement hypothèses sur hypothèses, de rendre une „apparence de raison de ce point; et c'est à cette occasion qu'il rappelle l'expé- „rience qu'il avait déjà décrite dans son Commentaire: Deuxième lettre à SPAL- „LANZANI [1797]. *Opere edite ed inedite ec.* p. 330".

Digitized by Google

Des deux citations indiquées par DUBOIS-REYMOND la première est manifestement erronée. A la page 86 de la *Collezione* D'ANTINORI (volume 3) GALVANI n'est pas même nommé. Aussi il ne s'y agit pas de l'expérience fondamentale que l'auteur a en vue, mais de celle qui, dans la marche systématique des expériences de VOLTA, l'a précédée immédiatement (voir notre note précédente), savoir l'excitation des commotions lorsque la décharge d'une petite bouteille est conduite par une partie d'un nerf sans pouvoir atteindre le muscle. GALVANI n'a jamais fait cette expérience. Bien loin d'ignorer l'expérience de GALVANI, VOLTA y fait allusion en disant, après avoir décrit l'expérience des deux métaux accouplés touchant deux points d'un même nerf, (ANTINORI p. 90): „Il Sig. GALVANI ha pur notata questa circostanza dell'eccitarsi più facilmente le convulzioni se tocchisi col filo metallico il lembo dell'armatura, e insieme alcuni punti della parte nuda; ma ne ha recata tutt'altra ragione."

„L'autre raison", à laquelle VOLTA fait allusion ici, est sans doute l'explication que GALVANI a voulu donner de l'influence de la nature des armatures, qu'il attribue à un pouvoir différent d'emmagasiner l'électricité animale, différence analogue à celle que les métaux présentent par rapport à leur chaleurs spécifiques.

Dans la lettre à TIBERIO CAVALLO, à l'endroit cité par DUBOIS-REYMOND en second lieu, VOLTA se plaint que GALVANI, „suivant l'idée qu'il s'est faite d'après ses expériences, et pour suivre en tout point l'analogie de la bouteille et de l'arc conducteur", a trop peu varié ses expériences. *Toutes les figures de la troisième et quatrième planche, et toutes ses explications reviennent à cela* (l'explication de la bouteille de Leide animale). Ce reproche est parfaitement fondé. Dans sa course aveugle après la chimère de l'électricité animale, GALVANI néglige complètement les faits les plus importants qui en éloigneraient. Et VOLTA avait quelque raison de s'en plaindre, parce que lui-même a été dupe de la manière exclusive dont GALVANI dirige l'attention de ses lecteurs sur tout ce qui peut confirmer l'analogie avec la bouteille de Leide. On ne peut douter que VOLTA, dans une première lecture du Commentaire de GALVANI, n'a pas remarqué l'expérience qu'il relève lui-même dans sa *Seconda Memoria*. En effet, dans la première partie, au § 6 de son Discours du 5 mai 1792 (la *Memoria Prima*), encore tout à l'éloge de GALVANI, il insiste sur la „grande analogia colla bottiglia de Leyden" que présente la grenouille préparée de GALVANI, et au § 7 il demande: „chi potrà dubitare che siano questi moti de'muscoli cagionati da un simile giuoco del fluido elettrico".

Il n'est pas possible que cette question fût sortie de la bouche d'un physicien aussi expérimenté que VOLTA, s'il eût remarqué l'expérience subversive, incidemment relatée par GALVANI.

Digitized by Google

XIV.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

11 Octobre 1792.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. Holl. des Sciences.
Elle fait suite à la lettre XIII.

Monsieur

Une autre course que j'ai faite dernierement a retardé de quelques sémaines la continuation de l'extrait de mes expériences sur l'électricité animale. Ne me rappellant pas précisement où j'en suis resté, je reprens la chose un peu en arriere: c'est un leger inconvenient qu'un peu plus de tems et de papier perdu; et je paye ainsi ma faute d'attention.

Venons aux expériences que j'ai faites sur ma langue [1])

. . . . . .

Que si elle soit trop peu abondante, comme lorsqu'au lieu de lames d'argent et d'étain on employe pour armures cuivre et fer ou d'autres metaux qui ne soient pas bien assortis pour cet effet, la saveur excité sur le bout de la langue ne sera pas plus vive que celle qu'on sent en tenant appliqué ce même bout au conducteur d'une Machine ordinaire qui joue mediocrement et pourra même être ou nulle ou peu sensible, surtout la saveur alcaline, beaucoup plus difficile à être aperçue.

C'est donc bien veritablement le fluide électrique, qui

Digitized by Google

produit les sensations sur la langue, lors même qu'on se passe de toute électricité artificielle et de Machine, lorsqu'on ne fait qu'appliquer à cette même langue les deux armures métalliques d'étain et d'argent, et établir une communication entr'elles, la cause, dis-je, est la même, le même mouvement du fluide électrique, puisque les sensations sont les mêmes en tout point que celles qu'y produisent les courants électriques excités par la Machine ordinaire, n'y ayant que quelque différence accidentelle du plus ou moins, et on doit conclure, que c'est egalement une quantité considerable de fluide, qui s'écoule tout a fait doucement et continuellement d'une partie à l'autre. Auroit-on cru, que la simple application de métaux diférents pût occasionner un tel deplacement, une telle circulation de fluide électrique? Et comment est-ce que cela se fait? J'en dirai un mot ici après. Qu'on fasse reflexion en attendant à ce que je viens d'indiquer par le terme *métaux differents*, c'est là tout le secret.

Effectivement deux métaux de la meme espece ne produisent point les sensations dont il s'agit, au moins d'une manière sensible; ainsi point de saveur sur la langue, point de convulsions dans aucun des muscles, si on y applique des armures de même metal, et d'une trempe et d'une surface égale. Au contraire je puis affirmer, qu'ayant essayé presque toutes les combinaisons de métaux différents, presque toutes ont produit plus ou moins d'effet (et quelque fois aussi deux métaux de la même espece ayant seulement quelque différence dans l'alliage, la trempe, la dureté, la rudesse ou politure des surfaces). Il y en a pourtant qui l'ont produit à peine sensible, comme celles d'or et d'argent, de cuivre et de fer, d'étain et de plomb. En general je crois pouvoir partager à cet égard les métaux en trois ordres, haut, moyen, et inférieur, en assignant au premier l'argent, l'or la platine, le mercure; au second le cuivre et plusiers de ses alliages, le fer

Digitized by Google

et quelques demi-métaux; au dernier le zinc, le plomb, l'étain. Or l'effet est le plus grand, c.-à-d. les contractions des muscles plus violentes, et la saveur de la langue plus forte, lorsqu'on employe pour armures un du premier ordre, l'autre du troisième, surtout argent et étain; et au contraire le plus petit lorsqu'on oppose deux métaux du même ordre, comme or et argent, étain et plomb, cuivre et fer, enfin on a un effet mediocre si on combine un métal de l'ordre moyen avec un autre soit de l'ordre inférieur, soit du supérieur; quoique dans ce dernier cas, p. e. avec cuivre ou fer d'un coté, et argent ou or de l'autre, l'effet est encore moins que mediocre: ce qui prouve, que les métaux que j'ai rangé dans le moyen ordre, le fer, le cuivre ec. s'approchent beaucoup plus du supérieur que de l'inférieur.

J'avoue qu'il est difficile de comprendre par quelle cause deux métaux de différente espece appliqués à deux parties externes de l'animal, même à deux muscles semblables, ou a deux endroits d'un seul et même muscle, troublent le repos du fluide électrique et le déterminent à passer sans cesse d'un terme à l'autre. Cela ne peut arriver que d'une de ces manières: ou qu'un des métaux tende à donner du fluide électrique, tandis que l'autre tend à en prendre aux parties qui leurs sont en contact; ou que tous les deux tendent à en soutirer, mais avec des forces respectivement inégales; ou enfin qu'ils tendent avec des forces inégales à en déposer dans les parties respectives, ce que je suis plus porté à croire. Par chacune de ces manieres on conçoit très bien qu'il doit se faire un transport de fluide électrique d'une partie à l'autre, toutes les fois que les métaux qui touchent ces parties communiquent entr'eux, et comment il doit s'établir un courant continuel et d'une certaine rapidité si le corps auquel sont appliqués ces métaux étant lui même un bon conducteur (comme le sont dans notre cas les nerfs et les

Digitized by Google

chairs vivantes imbibés d'humeurs, la langue ec.) le fluide électrique peut aisément repasser d'une partie à mesure qu'il s'y accumule, à l'autre qui s'épuise. Mais comprendra-t-on d'où vienne cette tendance des métaux, cette force de soutirer ou de donner du fluide électrique à d'autres corps conducteurs, dans le temps que chacun en possede sa dose naturelle, et qu'il s'y trouve en équilibre, tendance d'ailleurs différente dans les différents métaux, comme nous devons la supposer? D'où vient donc que cet équilibre est troublé par le seul contact, sans le moindre frottement? Je dis sans le moindre frottement; et c'est l'à ce qui doit surprendre: car l'efficacité de ce moyen pour rompre un tel équilibre, et de faire passer le fluide électrique d'un corps à un autre, est une chose depuis longtemps connue. C'est-à-dire le fait est connu, mais nullement la cause, laquelle meritoit bien d'être étudiée plus qu'on n'a fait jusqu'ici. Mais c'est justement parce que le fait est trop commun, qu'on ne s'est pas beaucoup soucié d'en approfondir la cause.

Nous ne connaissons donc que l'effet, c.-à-d. l'addition ou entassement de fluide électrique sur une des surfaces frottantes aux depens de l'autre (en quoi consiste l'électrisation des corps par frottement) et plusieurs circonstances qui modifient cet effet: entre autres qu'il depend surtout de la nature et qualité du corps employé á frotter tel ou tel autre corps, que celui-ci donne ou reçoive par l'acte du frottement du fluide électrique. Cela depend aussi des surfaces rudes ou polies, de la quantité relative de frottement, de chaleur, et d'autres circonstances, qui toutes peuvent faire changer les effets du blanc au noir; de sorte qu'il n'y a rien de si difficile quelquesfois, que de prévoir lequel des deux corps qui se frottent deviendra électrisé en plus, lequel en moins: mais il est toujours vrai en général, que plus que ces circonstances accidentelles la nature même et la qualité de ces corps influe

Digitized by Google

à déterminer la chose. Or, pour nous rapprocher de notre cas, les experiences avoient déjà appris aux Physiciens, que les métaux mêmes différent beaucoup entr'eux à cet égard; les uns étant plus disposés à donner que les autres, de sorte qu'un ruban de soye, une plaque de resine, un bois seché au four, un papier ec., qui frottés par une lame d'or ou d'argent s'électrisent en plus, frottés par une lame d'étain ou de plomb s'électrisent en moins.

Cette différente disposition des métaux une fois établie, il est moins difficile de comprendre que, même sans frottement, une semblable rupture d'équilibre et accumulation du fluide électrique dans l'un corps aux depens de l'autre puisse avoir lieu, savoir par le simple contact et application des dits métaux à des conducteurs imparfaits; d'autant plus qu'on peut censer, que le frottement lui-même ne détermine un tel transport de fluide, qu'en tant qu'il procure un contact plus exact et plus multiplié des particules d'un corps avec celles de l'autre: on peut, dis-je censer, que ce qui arrive au fluide électrique ne soit qu'en vertu du contact des surfaces, par quelque changement que ce contact apporte aux forces mutuelles d'attraction entre les particules et le fluide, ou à l'élasticité de celui-ci ec. Ce qui est sûr est, qu'il n'y a pas besoin d'un frottement proprement dit; qu'une percussion ou pression quelconque suffit: en effet j'étois déjà parvenu, il y a quelques années, à électriser sensiblement des plaques de verre et de resine parfaitement nettes et seches, en les posant le plus doucement possible sur un bain de mercure, ou sur des coussinets recouverts de feuilles métalliques aussi seches et nettes, et en les détachant avec la même legereté. Eh bien: les expériences d'aujourd'hui m'apprennent, qu'il n'est pas même besoin de pression sensible pour que les lames métalliques appliquées aux muscles, aux nerfs, ec. déterminent un semblable transport de fluide électrique, mais

Digitized by Google

qu'il suffit de cette seule application, et que tant que cette application dure le fluide continue d'être poussé comme il le seroit par un frottement continué. Et qu'on ne croye pas, qui cela ait lieu seulement lorsque ces deux métaux sont mis et restent en contact des substances animales, puisque mes ultérieures expériences, qu'il serait trop long de rapporter ici, m'ont appris qu'il en est de même si on les met en contact d'autres déférents, e. g. de l'eau, d'un carton mouillé ec.

On peut donc conclure que le contact seul des métaux avec des corps conducteurs suffisamment bons, quoique inférieurs de beaucoup à eux, avec des corps nommés *non-électriques* opere sur ceux-ci ce qu'on croyoit ne pouvoir opérer que le frottement ou la percussion sur les non-conducteurs ou idioélectriques; et je crois au surplus, que justement pour de tels non-conducteurs, dans lesquels le fluide a beaucoup de peine à entrer de même qu'à sortir, le frottement est requis, comme moyen plus efficace tandis qu'il ne l'est pas du tout pour les conducteurs suffisamment bons, où le fluide électrique pouvant se mouvoir avec beaucoup plus de facilité, la présence seule, le seul contact des métaux jouissant d'une force propre de lâcher le fluide électrique ou de l'attirer, suffit à produire l'effet, que rien ici n'empeche. Voila une découverte importante, d'autant plus qu'elle tend, si non à rendre une raison plus satisfaisante de la rupture d'équilibre et du transport du fluide électrique occasionné par le frottement lui-même, à generaliser un tel effet et à rectifier nos idées la-dessus.

Mais supposé que le simple contact soit dans les circonstances décrites équivalent, jusqu'à un certain point au frottement, comme nous venons de l'expliquer, il se présente une autre difficulté très forte et qui semble renverser toute analogie: c'est que lorsqu'il s'agit de frottement l'or et

Digitized by Google

l'argent sont plus disposés à donner du fluide électrique au corps frotté par eux, que l'étain et le plomb; tandis qu'ici où l'on se contente d'appliquer des lames de ces mêmes métaux aux substances animales, aux corps imbibés d'eau ec. c'est tout le contraire (comme il est prouvé par mes expériences sur la langue que j'ai décrites) puisque le fluide électrique coule de l'étain ou du plomb dans les points qu'ils touchent et passant tout de suite aux parties en contact de l'argent ou de l'or entre dans ceux-ci. A cela je ne sais en vérité que répondre, si non, que comme la quantité du frottement change souvent les choses, et fait que, tout d'ailleurs égal tel corps qui donneroit par une plus foible pression en frottant, reçoive par une plus forte, ou vice versa, une contrarieté semblable a lieu entre un frottement ou pression quelconque des susdits métaux, et leur simple contact sans aucune pression ou frottement.

Laissant les explications, qui nous conduiroient trop loin, tenons nous au fait. Le fluide électrique coule donc spontanément, dans les expériences qui nous occupent, de la lame d'étain ou de plomb aux parties de l'animal que cette lame touche, penetre dans ces parties jusqu'à une certaine profondeur, et s'avance vers celles qui se trouvent en contact de la lame d'argent ou d'or, passe dans cette autre lame, qui le transmet, supposé qu'il y ait bonne communication, à la lame d'étain, qui le dépose de nouveau doucement; c'est ainsi qu'il établit une circulation continuelle tant que les communications subsistent. Or si le courant de fluide électrique, qui penetre, comme je viens de dire, à une certaine profondeur dans les fibres animales profondeur qui n'est pas grande et assez seulement pour qu'il puisse se frayer un chemin plus libre d'une partie armée à l'autre, si, dis-je ce courant rencontre sur son passage des nerfs, voila qu'il les irrite (comme nous avons appris qu'il a eminemment cette puissance) et ces

Digitized by Google

nerfs alors irrités excitent ou les sensations, ou les mouvements musculaires, suivant leur employ.

Je dis sensations ou mouvements musculaires suivant l'employ ou fonction propre des nerfs; car mes expériences sur la langue m'apprennent qu'un muscle paraîtra susceptible de toutes les contractions et mouvements volontaires, et même très-mobile, et le fluide électrique peut en le penetrant stimuler des nerfs très sensibles qu'il recele, sans pourtant y occasionner aucun mouvement si par hazard l'office de ces nerfs est tout autre, si ce sont des nerfs destinés uniquement aux sensations: Or tels sont ceux dont se trouve parsemée la langue surtout vers sa pointe. Voila pourquoi le seul effet, qu'y produit la vellication causée par le trajet du fluide électrique, est une sensation de saveur, et il n'arrive de convulsion. Conformément à cette idée je pensai que les nerfs inservients aux mouvements volontaires de la langue se trouvant implantés à sa racine, si l'on l'arracheroit à un animal, et qu'on y appliquât une des armures métalliques à cette mesme racine, ou près de l'insertion des dits nerfs, en obtiendroit les mouvements vifs, dont la langue est susceptible, et l'expérience me réussit selon que j'avais prévu. Comme cette expérience est une des plus belles et de plus instructives, je vais la décrire un peu particulierement.

Ayant coupé à un agneau tout recemment égorgé la langue près de sa racine, j'appliquai une feuille d'étain près de cet endroit, et une cuiller d'argent à une de ses faces: ayant alors établi une communication, comme il faut, entre ces deux armures métalliques, j'eus le plaisir de voir la langue entiere tremousser vivement, elever surtout sa pointe se tourner et se replier de part et d'autre par secousses, et cela chaque fois que je faisais communiquer les deux armures. J'ai repeté cette experience sur une langue de veau, que je posai armée de la même manière de la feuille d'étain sur un

Digitized by Google

plat d'argent pour qu'il fît l'office de l'autre armure et le succès fut égal. Je l'ai repetée aussi sur la langue d'autres petits animaux, comme souris, poulets, lapins; et j'obtins presque toujours l'effet. Je dis presque, car quelquesfois il m'a manqué dans la langue des petits animaux, soit que la feuille d'étain ne fût pas appliquée convenablement, et à l'endroit juste, où les nerfs qui regissent les mouvements de la langue y ont leur insertion, soit que la langue refroidie eût déjà perdu sa vitalité, qui ne dure gueres long-tems dans les muscles des animaux à sang chaud, et particulièrement dans la langue.

Il y a donc une distinction bien marquée entre les *nerfs* qu'on peut appeller *nerfs de mouvement* et les *nerfs des sensations*; et les expériences que je viens de rapporter sur la langue montrent evidemment que quels sont les nerfs que le fluide électrique mis en mouvement par le contact de deux différents métaux parvient à irriter, quel est leur propre office, tels sont les effets qui en resultent, savoir le mouvement et la sensation. D'où l'on doit conclure par conséquence legitime, que l'action d'un tel courant de fluide électrique n'est pas d'irriter le muscle au point d'en exciter immediatement les contractions, mais de donner jeu aux nerfs, de mettre leur action en exercice comme j'ai prouvé par d'autres arguments. En effet, s'il excitoit directement les fibres musculaires, pourquoi n'occasionneroit-il pas les mouvements dans la langue d'ailleurs si mobile, lorsqu'il en penetre la pointe, et traverse plus de la moitié de sa substance, sauve la racine. Mais elle n'est affectée que d'une sensation de saveur, conformément à la nature des nerfs, qu'il rencontre dans ce cas, qui sont les nerfs du goût.

Revenant à la circulation du fluide électrique que j'ai decrite ci-dessus, où j'ai fait voir comment il coule de la lame d'étain dans les parties animales ou autres conductrices, auxquelles cette lame se trouve appliquée, et pénétrant plus ou

Digitized by Google

moins dans l'interieur il s'avance vers les autres parties couvertes par la lame d'argent, dans laquelle il entre, pour revenir moyennant l'arc conducteur à la dite lame d'étain, et continuer ainsi le tour, je ne crois pas inutile de rappeller la necessité pour cela des deux métaux différents. Que les deux armures en effet soient du meme metal, de la meme trempe et dureté, du meme poli ecc., il n'y a pas de raison que l'une soit plus disposée que l'autre à faire passer du fluide électrique aux parties qui la touchent, ou à en soutirer, elles le seront toutes deux également, de sorte que tout au plus elles en donneront ou en prendront chacune un peu; mais il ne pourra assurement s'établir, les forces se contrebalançant des deux cotés, ce courant, cette circulation, qui a lieu seulement lorsque les deux armures étant différentes, sur-tout pour la qualité des métaux, une a plus de disposition à donner ou à recevoir que l'autre, si même la tendance naturelle d'une n'est pas de recevoir tandis que la tendance de l'autre est de donner: car dans chacun de ces cas on comprend également que le fluide électrique poussé continuellement dans un sens selon la force prévalente, doit circuler sans cesse, pourvu que son cours ne soit point arrété par l'interruption des bons conducteurs.

Une autre chose que j'aime à rappeller est que la quantité de fluide électrique qui est mise en mouvement par ce moyen des armures différentes, n'est pas petite, comme on pourrait s'imaginer; qu'au contraire elle est très considérable si on juge par l'effet produit sur la langue, et par la quantité du même fluide qu'on est obligé de faire aborder au même organe avec la Machine électrique pour y produire un effet égal, savoir lui faire sentir la même saveur acide ou alcaline au même dégré d'intensité, comme j'ai fait remarquer déja. Il est bien vrai que dans un cas comme dans l'autre le courant de fluide, tout abondant qu'il est, a si peu de rapidité, et

Digitized by Google

déploye si peu de force et de tension, qu'il ne donne pas de signes à l'électrometre, et qu'il peut être aisément arreté par des mauvais conducteurs: en un mot c'est un courant riche, mais doux et paisible. Il faut pourtant qu'il ne soit pas trop lent, qu'il ne soit pas retardé davantage par des conducteurs interposés dan le circuit (comme seroient un bois, un drap, cuir, et meme un papier de la plus petite épaisseur, une membrane ec. ou seches, ou peu imbibés d'humeur) si l'on veut qu'il puisse chatouiller les nerfs au point d'exciter ou la saveur dans la langue, ou les contractions dans les autres muscles.

J'ai assez fait sentir, que ce courant électrique étant déterminé et entretenu par la différente tendance qu'ont différents métaux à dégorger le fluide électrique ou à le sucer lorsqu'ils se trouvent simplement appliqués à la surface d'un corps aussi bon conducteur, mais inférieur à cet égard, d'un de ces corps qu'on range parmi les non-conducteurs (laquelle différente tendance se manifeste de même lorsque les dits métaux frottent un corps de la classe des cohibents ou idio-électriques), j'ai, dis-je, assez fait sentir avec cela que le phénomene, dont il s'agit, n'est pas plus propre des organes ou substances animales vivantes que de tout autre corps, qui ait la condition indiquée de bon conducteur; et je l'ai formellement déclaré en indiquant pour exemple un drap et un carton mouillé. Mais exige-t-on que j'allegue des expériences? En voici quelques unes qui sont démonstratives. Je prens un verre d'eau et je plonge dans cette eau une lame d'étain repliée pour qu'elle se soutienne, sur le bord du même verre, ou si c'est une feuille mince, comme le papier qu'on dit argenté, au lieu de la plonger je l'étends sur une partie de la surface de l'eau. Ces choses ainsi disposées je trempe le bout de ma langue dans cette eau, à l'écart de la lame d'étain, et appliquant plus en arriere sur le plat de la meme langue la partie convexe d'une cuiller d'argent, j'incline sa

Digitized by Google

queue jusqu'au contact de la lame d'étain repliée comme je viens de dire sur le bord du verre: au même instant ma langue sent la saveur acide, et continue de la sentir tant que ce contact dure. Il est donc manifeste que le fluide électrique coule de la lame d'étain sur l'eau, la traverse, et arrive à la pointe de la langue, y penetre et passe par elle jusqu'à l'endroit qui touche à la lame d'argent, laquelle le reçoit pour le transmettre de nouveau à la lame d'étain ec. Il est presque inutile de faire remarquer que si on fait l'expérience inversement, c.-à-d. avec la lame d'argent plongée dans l'eau, et celle d'étain appliquée au plat de la langue, le bout de la langue trempé dans la même eau sent, non pas la saveur acide mais l'autre acre et brulante, foible pourtant, ou il ne sent rien, si les deux métaux employés ne sont pas les meilleurs pour ces sortes d'expériences. Encore ici donc il est beaucoup plus aisé d'exciter la saveur acide que l'alcaline.

²) Pour procéder d'une autre maniere, je plonge dans une jarre d'eau une lame d'étain, et une d'argent separée de l'autre et qui débordent le vase, et ayant appliqué à la langue deux spatules, ou cuillers d'argent, une sur son plat, l'autre contre sa pointe, je fais toucher la premiere à la lame d'étain, et la seconde à la lame d'argent: tant qu'un seul de ces contacts entre les métaux a lieu, nulle sensation; mais si tôt que tous les deux s'accomplissent, la saveur acide se fait sentir à la pointe de la langue, qu'une de ces cuillers presse. Or cela n'est pas surement l'effet immediat des deux armures appliquées à la langue, puis qu'elles sont l'une et l'autre d'argent et tout-à-fait semblables, et que de telles armures égales sont absolument impuissantes, comme j'ai déjà expliqué, et comme on peut prouver, qu'en effet elles ne produisent rien, si on se contente de les faire simplement communiquer entre elles. L'impulsion au fluide électrique qui le détermine à circuler vient donc dans l'expérience dont il s'agit, des

Digitized by Google

autres lames, qui touchent l'eau: c-à-d. il coule de la lame d'étain dans l'eau, passe à la lame d'argent qui s'y trouve également plongée, de celle-ci dans la cuiller, appuyée à la pointe de la langue ecc.

J'ai fait souvent une expérience égale appliquant la lame d'étain, et la lame d'argent à un drap ou à un carton mouillés, et le succès fut toujours le même, seulement la sensation était plus foible à mesure que ces corps se trouvoient moins imbibés d'eau, et nulle, s'ils n'étoient point mouillés, mais seulement humides.

Encore un mot sur la saveur excitée dans la langue par le contact de deux métaux. Le moyen le plus aisé de sentir cette saveur est d'appliquer une petite bande de feuille d'étain a travers d'une lame d'argent par ex. d'une monnoye, et de porter le bout de la langue sur le confin des deux métaux. On est surpris de ne sentir rien ou presque rien en touchant du bout de la langue soit l'argent, soit l'étain seul, jusqu'à ce qu'arrivé à les toucher sous les deux ensemble, on sent justement dans ces points d'union une très-forte acidité (car des deux saveurs l'acide l'emporte dans cette expérience). Et ne doit-on pas repeter d'une semblable cause l'espece de saveur piquante qu'on trouve à l'eau, et celle qui releve le goût de la bierre ecc. en buvant ces liqueurs dans de vases de métal, et la dernière particulierement dans l'étain? Ce qui est certain c'est, que les métaux mettent en mouvement le fluide électrique non seulement étant appliqués à des substances animales, mais à d'autres conducteurs suffisamment bons, à l'eau, aux corps mouillés, ecc. comme je viens de montrer; or il est plus que probable, que s'il faut justement deux métaux d'espece différente afin qu'il s'établisse un courant du fluide assez grand pour exciter sur la langue une saveur forte, un seul métal puisse déjà faire quelque chose,

Digitized by Google

comme seroit d'agiter le fluide électrique au point de chatouiller un peu la dite langue. Delà, je crois, cette legere saveur plus ou moins perceptible qu'on sent à chaque métal en le touchant simplement du bout de la langue, et qu'on appelle saveur métallique: c'est au fond la même expérience que celle des deux métaux, mais infiniment plus imparfaite; on approche un peu plus de la perfection lorsque la langue touche au métal et à l'eau ou autre liqueur en buvant dans un vase métallique; et beaucoup plus encore en faisant l'expérience ci-dessus de plonger une lame métallique dans l'eau d'un verre, y tremper le bout de la langue et avec une autre lame de métal différent toucher le plat de la langue et la lame plongée.

J'aurai encore, Monsieur, pour une troisieme lettre [3]), qui ne sera pourtant pas si longue. Ce qui reste est peut-être le plus important, s'agissant de decider si après toutes ces expériences qui ne prouvent nullement une véritable et propre électricité animale, qui dépende réellement des forces vitales, et de l'organisation, mais simplement une électricité artificielle excitée par un moyen qui n'était pas connu, si, dis-je, une telle électricité animale proprement dite existe comme je soutiens, et sur quelles expériences on peut l'établir. Je suis, Monsieur, avec toute l'amitié

Votre ec.
A. VOLTA.

à Come ce 11me 8bre 1792.
Ecrivez moi dorénavant à Pavie.

A Monsieur.
Monsieur le docteur VAN MARUM. Membre de plusieurs Académies et directeur du Musée de Teyler. *Hollande, à Harlem.*

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

NOTES.

[1]) Ici Volta répète presque textuellement la dernière partie de la lettre précédente. Dans notre texte de cette dernière nous avons indiqué, ou ajouté dans des notes, les variantes ou amplifications que donne la lettre du 11 octobre. La reproduction dans celle-ci de ce qui avait déjà été écrit dans la lettre du 30 août se termine aux mots: „ait peu de vitesse". La concordance presque parfaite des deux textes fait voir que VOLTA a copié la lettre du 30 août d'une minute plus étendue, et comme dans la lettre du 11 octobre il dit avoir été en voyage pendant quelque temps, il est très probable que le 30 août 1692 il connaissait tous les faits remarquables, dont il rend compte à VAN MARUM dans la présente lettre.

[2]) On trouvera, à la fin de cette publication, la reproduction phototypique de la fin de cette lettre.

[3]) Ainsi que nous l'avons déjà remarqué dans la note 1 de la lettre XIII, cette troisième lettre n'a pas été envoyée par VOLTA à VAN MARUM, les réponses de VAN MARUM aux lettres XIII et XIV n'étant pas parvenues à VOLTA. Voir aussi la lettre XVI.

Digitized by Google

XV.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

1er juin 1796.

Le lettre se trouve à Milan, R. Istit. Lombardo.
Elle fait suite à des lettres que nous ne connaissons pas.
VOLTA y répondit par la lettre XVI. [1])

Monsieur.

La Societé Hollandaise des Sciences à Harlem vous offre le Programme ci-joint,

Je suis, Monsieur

Votre très H. et très Ob. Serviteur
M. VAN MARUM,
Secretaire.

Harlem 1 Juin 1796.

Comme il est tres incertain, si cette lettre pourra vous parvenir dans les circonstances actuelles, je vous annonce seulement, que le 3me. volume de mes experiences faites avec la grande machine Teylerienne paroît enfin, depuis la fin de l'année passée [2]), et que j'ai cherché jusqu'ici envain l'occasion de le vous faire parvenir surement, et sans trop de frais. Si vous pouvez m'indiquer une voie convenable, j'expedierai d'abord l'exemplaire que j'ai destiné pour vous. En attendant je serois bien charmé de recevoir quelques bonnes nouvelles

Digitized by Google

de votre part. N'ayant point reçu de vos lettres, depuis celle de 8bre. 1792, je ne sai pas, si ma reponse sur celle-ci et les lettres que je vous ai envoyé avec le programme de notre Societé en 1794 et 1795, vous soient parvenues.

NOTES.

[1]) A cette lettre était joint le Programme de la Société hollandaise pour 1796.

[2]) La *Seconde Continuation des Expériences faites par le moyen de la Machine Electrique Teylerienne, par* MARTINUS VAN MARUM, *Docteur en Philosophie et en Medicine, Secrétaire de la Société hollandaise des Sciences et Directeur de son Cabinet d'histoire naturelle, Directeur des Cabinets de Physique et d'histoire naturelle et Bibliothécaire du Muséum de Teyler, Membre des Académies à Berlin, Dyon, Manheim, Erfurt, de la Société des Sciences à Gottingue, et de celle de Rotterdam, de Flissingue, et d'Utrecht. à Haarlem, chez Jean Jaques Beets* 1795, constitue le *Negende Stuk der Verhandelingen, uitgegeven door Teyler's Tweede genootschap.*

Cet ouvrage contient: 1. la description des améliorations faites à la Machine électrique Teylerienne. 2. Expériences continuées sur l'influence de l'électricité sur l'économie animale, (circulation, transpiration), sur l'irritabilité des vaisseaux des plantes, sur le dégagement de chaleur par les effluves électriques, sur la décomposition chimique, tentée en vain, de divers acides et sels; expériences faites avec LANDRIANI sur l'hydrogène contenu dans le charbon, et sur l'électricité rayonnante des conducteurs, enfin plusieurs expériences demandées par divers savants, entre autres celle des ballons remplis d'air électrisé, mentionnée dans la lettre V, p. 21. 3. Expériences faites avec une batterie de 550 pieds carrés de verre garni, effets de la décharge sur les animaux, les arbres, sur les conducteurs métalliques etc.

Comme Appendice l'ouvrage contient la description de la nouvelle Machine électrique, dont il est question dans la lettre XII.

Dans la Préface VAN MARUM, mentionnant „les expériences de quelques Physiciens d'Italie faites sur des grenouilles et autres animaux", écrit ces paroles prophétiques:

„Or comme tout ce que le fluide électrique fait dans l'économie de la Nature, „autant que nous le pouvons observer, y est produit par quelque inéquilibre de ce „fluide [électrique] et comme nous voyons souvent, que des inéquilibres fort legers „produisent des effets très considérables, ne pourrions nous donc pas nous servir „très utilement dans quelques cas du fluide électrique, si nous avions une con-

Digitized by Google

„naissance plus parfaite de la manière, dont l'inéquilibre du fluide électrique est „produit, et de ce qui y est réellement nécessaire. Le frottement des corps est „jusqu'ici le moyen le plus ordinaire à faire naître l'inéquilibre électrique, mais si „nous savions de quelle manière le frottement produit cet inéquilibre, alors nous „en pourrions dériver, peut être, d'autres moyent à le produire, et à obtenir en „même tems la faculté de le diriger très avantageusement. Peut être une seule „découverte suffira à nous faire parvenir, dans cette partie de la Physique, à des „connoissances beaucoup plus profondes: peut-être un seul pas dans cette science „nous mettra en état de pouvoir nous en servir pour de très grands avantages."

Digitized by Google

XVI.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

8 Octobre 1796.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
La minute se trouve à Milan, R. Istit. Lombardo.
La lettre est la réponse à la lettre XV.

Monsieur,

Je n'ai reçu ni la reponse aux lettres, que je vous écrivis en automne de 1792, au sujet des decouvertes de GALVANI et miennes, concernant l'électricité excitée par le simple attouchement des metaux, ni les autres lettres dont vous me parlez, Monsieur, dans votre derniere de 5 Juin passé, la seule qui me soit enfin parvenue avec le Programme y joint de la Société hollandaise de Harlem pour cette année 1796. En verité il est bien desagréable que cette guerre opiniatre et desastreuse, outre les autres pertes qu'elle nous cause, nous prive encore du plaisir et des avantages de nos correspondances litteraires.

Il me tarde fort de voir le 3^{me} volume de vos expériences avec la grande Machine électrique Teylerienne, que vous m'annoncez avoir paru il y a presqu'un an. Dans la bonne disposition ou vous etes, mon ami, de m'envoyer cette continuation de votre ouvrage sitôt que vous trouverez, ou que je pourrai vous indiquer une occasion sûre et peu couteuse, je vous propose d'en envoyer deux exemplaires, un pour la

Digitized by Google

Bibliothèque de l'Université de Pavie, l'autre pour moi, à l'adresse des Commissaires du Gouvernement François residents à Milan, ou à Gènes. Ces Commissaires en Italie, et ceux qui se trouvent en Hollande auront aisément des moyens de correspondence entr'eux, et en trouveront d'assez surs, prompts et peu couteux, pour l'expédition pas seulement d'un livre, mais d'un paquet ou d'une caisse de livres, s'il en est besoin, et je me promets qu'il le feront volontiers, s'agissant de l'Université de Pavie, pour laquelle le Genéral Commandant BONAPARTE, les Commissaires SOLICETI et GARRAU et tous ceux qui ont part au Gouvernement de la Lombardie, prennent un grand interêt.

Trouvant bon ce moyen, comme je n'en doute point, vous pourez, Monsieur, envoyer d'autres livres, tant à l'Université de Pavie, qu'à moi en particulier. Je vous en laisse le choix. Voyez sur-tout s'il en a paru dans ces dernieres années de Physique ou de Chymie, écrits non pas en Hollandois, que je n'entends pas, mais en François ou en Anglois, qui puissent m'interesser et envoyez m'en pour la depense de 4. ou 6. ducats, en m'indiquant les moyens de vous rembourser. Je vous en nomme un, qui m'est à coeur, et que je n'ai pu encore me procurer. C'est l'ouvrage sur l'Electricité de CAVALLO publié en 1795 avec le titre »*A complete Treatise on Electricity. Vol III coutaining the discoveries made since the third Edit. Lond. 1795, 8 Mai.*"

Pendant que vous travaillez, mon cher ami, a perfectionner toûjours plus les Machines électriques, à en rendre l'action plus vigoureuse, et à étendre les expériences avec la plus grande et la plus active de ces Machines qui ait été construite, celle du Cabinet de Teyler, dont la force est vraiment prodigieuse, pendant, dis-je, que vous faites sujet de vos recherches, et vous vous rendez familiere l'Electricité bruyante, foudroyante, et ses effets surprenants, je continue

Digitized by Google

à mon tour de m'occuper d'une Electricité extremement foible, qui échappe aux plus sensibles Electroscopes, qui par-là n'a été aperçue que dans ces dernieres années, et ne l'auroit jamais été sans les circonstances qui nous ont fait découvrir la merveilleuse excitabilité de certaines parties animales par le stimulant électrique, au point qu'elles se ressentent et sont mues par une décharge beaucoup plus petite, par un courant de fluide électrique beaucoup plus foible qu'il ne faut pour emouvoir le plus fin et mobile électroscope. Je vous dirai donc, que je suis allé fort avant dans mes recherches sur l'origine ou cause immediate de cette Electricité obscure et imperceptible aux instruments ordinaires, et sur son action dans les differentes parties de l'animal, depuis les lettres que je vous écrivois en 1792, et que j'ai interrompu pour lors n'en recevant point de reponse. Dans cet intervalle j'ai communiqué à d'autres la suite de ces recherches, qui ont été en partie publiées dans les Journaux [1]). Enfin, votre lettre, qui je viens de recevoir, et quelques nouvelles découvertes, que j'ai été assez heureux de faire dans ces derniers mois (étant parvenu au moyen de certains artifices à rendre sensible à l'Electromètre cette Electricité produite par le simple attouchement des conducteurs différents, sur-tout metalliques), m'encouragent à reprendre notre ancienne correspondance. Attendez vous donc à un long memoire en forme de lettres, que j'ai déjà écrit et que je pense à vous envoyer par le moyen de nos Commissaires Français ou par la poste si je ne trouve pas meilleure occasion. J'offre ce Mémoire à la Société Hollandaise dont vous êtes, Monsieur le digne Secretaire, comme un tribut de mon estime, et de ma reconnaissance.

Je vous écris la présente de Côme ma patrie, où j'ai passé toutes les longues vacances, que l'Université de Pavie a eu cette année-ci depuis la fin d'avril à cause de la guerre.

Digitized by Google

Elle va pourtant s'ouvrir, malgré la continuation de cette guerre en pays, pour le commencement de novembre, et je m'y rendrai pour ce tems: ainsi vous pourrez m'écrire à Pavie.

Je ruis avec les vrais sentiments d'estime et d'amitié, Monsieur,

Votre très-humble et très-obeissant serviteur
ALEXANDRE VOLTA.

à Côme le 8me Octobre 1796.

P.S. Pourriez vous m'envoyer dans une lettre trois ou quatre de ces bandelettes de baleine, dont Mr. DE LUC se sert pour ses Hygrometres? Dans mon pays on ne réussit pas à les couper si minces qu'il faut.

fco Coblenz.
6

A Monsieur
Monsieur le docteur VAN MARUM.
Secretaire de la Société Hollandaise des Sciences
Hollande, à Harlem.

Sur une feuille détachée, qui semble avoir été ajoutée à cette lettre, VOLTA écrivit:

Envoyez moi vos lettres, et même les paquets par la voye de Nürnberg, en les adressant à Mr. JEAN DOMINIQUE MATTI pour CAJETAN CAIROLI *de Côme* [2]). Cette voye sera peut être plus sûre et plus expéditive que celle que je vous ai indiquée des Commissaires François.

Sur cette feuille VAN MARUM nota ce qui suit:

Envoyé à cette adresse le 3me vol. le 7 Nov. 96. et repondu à cette lettre en envoyant en même tems 5 bandelettes de baleine le 28. 9bre 96.

Digitized by Google

NOTES.

[1]) Depuis ses lettres, écrites à VAN MARUM en août et octobre 1795, VOLTA avait publié les ouvrages suivants:

1. *Account of some Discoveries made by Mr.* GALVANI *of Bologna, with Experiments and Observations on them. In two letters from Mr.* ALEXANDER VOLTA, F. R. S. *Professor of Natural Philosophy in the University of Pavia to Mr.* TIBERIUS CAVALLO. F. R. S.

De ces deux lettres françaises la première occupe les pages 10—26, la seconde les pages 27—44 des *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. For the year MDCCXIII. Part. I.* Elles sont datées du 13 septembre et du 25 octobre 1792 et par conséquent contemporaines des lettres à VAN MARUM, nos $N_{os.}$ XIII et XIV.

Aussi elles ne renferment rien qui ne soit contenu dans ces dernières. A l'égard de l'expérience de la langue, traitée dans les cinq derniers paragraphes, ces lettres sont même beaucoup moins explicites. On n'y trouve ni la détermination du sens du courant, ni les deux expériences qui ont conduit VOLTA à l'invention des éléments de la couronne des tasses et de la pile voltaïque, que nous avons relevée dans la note présentée au R. Instituto Lombardo.

Les lettres à TIBERIO CAVALLO occupent dans la *Collezione* D'ANTINORI les pages 119—160 du Tomo II, Parte I (volume 3). Elles ont encore été publiées dans le *Journal der Physik herausgegeben von* D. FRIEDRICH ALBRECHT CARL GREN, *Professor zu Halle. Jahr* 1794. *Leipzig, bey Johann Ambrosius Barth.* in-8°. Band VIII, p. 303—321 et 389—408.

2. En novembre 1792 parurent dans le *Giornale Fisico-medico* de BRUGNATELLI les *Nuove osservazioni sull'elettricità animale.* (ANTINORI, *Collezione* T. II, P. I (volume 3) p. 161—166).

Cet article, écrit en forme de lettre à l'éditeur, mentionne le fait nouveau que le „charbon de bois bien cuit" doit se ranger parmi les métaux, non seulement comme conducteur, mais aussi comme *excitateur* de l'électricité de contact et sous ce dernier rapport doit être mis en tête de la série, au-dessus de l'argent. Une expérience nouvelle est encore la sensation de la lumière, excitée lorsqu'on applique au bulbe de l'œil une feuille d'étain mise en communication avec une monnaie ou une cuiller d'argent tenues dans la bouche Pour bien faire réussir l'expérience, sans danger pour l'œil, VOLTA applique au bulbe nu un petit tampon bien humecté, qu'il touche avec l'étain. En renversant l'ordre des métaux et en ayant soin que la feuille d'étain ne touche que la pointe de la langue, on éprouve à la

Digitized by Google

fois les deux sensations du goût et de la lumière excitées par l'électricité: la saveur acide et l'éclair lumineux.

VOLTA ne réussit pas à produire les sensations de l'ouïe et de l'odorat.

Il remarque que les effets observés ne peuvent certainement pas être attribués à l'électricité animale. L'existence de cette dernière, admise encore comme probable à la fin de sa seconde lettre à VAN MARUM, semble s'être complètement évanouie dans son esprit, car il dit „che resta più dell' Elettricità animale pretesa di GALVANI, e dimostrata come parea dalle sue bellissime sperienze? Niente altro che la prodigiosa eccitabilità de' nervi inservienti alle sensazioni, e ai moti, massime volontarj, per lo stimolo del fluido elettrico mosso in corrente da cause esterne."

3. *La Memoria Terza sull' Elettricità animale compresa in una Lettera diretta al Signor* GIOVANNI ALDINI *Professore a Bologna* parut dans le *Giornale* de BRUGNATELLI Anno VI, 1793, p. 63–81 (ANTINORI *Collezione* T. II, P. I (volume 3), p. 177–194). La lettre est datée du 24 novembre, elle sert de réponse à quelques passages de la Dissertation, qu'ALDINI avait placée en tête de sa nouvelle édition du Commentaire de GALVANI, et par laquelle commence la polémique entre ALDINI et VOLTA.

A l'égard de l'ordre chronologique des publications des deux Italiens, il se présente une difficulté que je ne puis résoudre complètement. Comme nous l'avons vu dans la note 2 de la lettre XIII (p. 87), VOLTA remarque que l'ouvrage D'ALDINI a paru avant la dernière partie de sa *seconda Memoria*. Je n'ai pu me procurer le Journal de BRUGNATELLI, mais M. le prof. ALESSANDRO VOLTA JR. à Milan, a bien voulu m'informer que la dernière partie de la *seconda Memoria*, publiée dans la livraison de juillet, commence par le § 50, les paragraphes 1 à 49 ayant paru dans la livraison de juin. Or, c'est au § 65 que commence la description de l'expérience de la langue, dont ALDINI, comme nous la verrons tantôt, s'occupe dans sa *Dissertatio*. Il faut donc qu'ALDINI ait eu connaissance de la seconde partie du Mémoire de VOLTA avant la publication de la réimpression du Commentaire de GALVANI. Je n'ai pu savoir de source certaine la date de la publication d'ALDINI, mais il me semble bien probable quelle n'a paru que vers la fin d'octobre 1792, car, d'après l'introduction de la *Memoria Terza* de VOLTA, ALDINI lui avait mandé, le 22 octobre, d'avoir donné au libraire MARELLI l'ordre, d'envoyer aussitôt que possible un exemplaire de son ouvrage à VOLTA. Je crois pouvoir en conclure que l'ouvrage d'ALDINI n'a paru que vers la fin d'octobre.

Il faut donc admettre que VOLTA s'est trompé dans l'orde chronologique de la dernière partie de sa *seconda Memoria* et la *Dissertatio* d'ALDINI. Ce qui a pu

Digitized by Google

l'induire en erreur, c'est que dans ce dernier écrit ALDINI ne dit pas un mot de l'expérience capitale par laquelle VOLTA avait rendu insoutenable la théorie de la bouteille de Leide animale. D'après une note de l'éditeur du journal de BRUGNATELLI, que M. le prof. A. VOLTA JR. a bien voulu me communiquer, la première partie de la *seconda Memoria* avait déjà été présentée le 14 mai 1792, en même temps que le Discour sacadémique de VOLTA du 5 Mai. Il n'est donc nullement étrange que VOLTA, dans ses souvenirs, ait encore exagéré l'intervalle de temps qui sépare les deux parties de son Mémoire. L'extraordinaire prénétration d'esprit, dont les travaux de VOLTA font preuve, indique une force de concentration de sa pensée, qui laisse facilement échapper des détails sans importance pour l'objet qui l'occupe. Nous avons vu qu'en octobre 1792 il copie dans sa lettre à VAN MARUM une page entière de son écriture serrée, qu'il avait déjà transmise à VAN MARUM dans la lettre du 30 août.

Quoi qu'il en soit, il est indubitable qu'ALDINI a eu connaissance de la dernière partie de la *Memoria seconda* lorsqu'il écrivit sa *Dissertatio*. Son silence à l'égard de l'expérience, dans laquelle VOLTA excita les convulsions d'un membre entier en faisant communiquer par l'arc conducteur deux parties voisines du nerf correspondant, armées de métaux différents, a donc évidemment été le seul expédient qui lui restait pour se soustraire à l'obligation de reconnaitre que les faits observés par VOLTA sont absolument contraires à la théorie de GALVANI. Au § XXXII il ne parle de cette théorie qu'en termes confus, en disant que GALVANI la chérissait pour sa simplicité, mais que, en philosophe consciencieux, il serait prêt à la quitter lorsqu'il en trouverait une autre plus probable. A cette occasion ALDINI blâme ceux qui, se mettant à étudier les lois de l'électricité animale, dès qu'ils rencontrent quelque obscurité, par un jugement précipité et sévère rejettent tout ce qui prouve son existence certaine.

Remarquons à ce sujet que GALVANI, encore en 1797, dans sa deuxième lettre à SPALLANZANI, citée par DUBOIS-REYMOND, a cru pouvoir soutenir sa théorie vis-à-vis l'expérience de VOLTA, en disant que, des deux armures appliquées aux deux points voisins du nerf, l'une peut très bien recevoir l'électricité animale du nerf, tandis que l'autre, qui communique avec le premier au moyen de l'arc conducteur, pourrait la transmettre aux humeurs qui couvrent le nerf et la décharger ainsi sur la surface du muscle. Il n'est pas dit pourquoi la première armure, prenant l'électricité du nerf, ne peut pas remplir en même temps le rôle de la seconde et restituer l'électricité directement aux humeurs qui couvrent le nerf, ce qui pourtant n'arrive pas, puisque deux armures et l'arc conducteur sont nécessaires pour produire la commotion.

L'endroit cité de la *Dissertatio* D'ALDINI n'est pas le seul, où la louange de GALVANI prend un caractère hostile envers VOLTA.

Digitized by Google

En effet, ALDINI, dans son exposé, introduit l'expérience de la langue décrite par VOLTA en disant que SULZER, il y a plusieurs années, avait remarqué que deux lames de métaux différents, appliquées à la langue et portées en contact l'une de l'autre, excitaient le goût du vitriol. Il remarque ensuite „A. VOLTA Sulzeri observationem omnium primus ad electricitatis theoriam revocavit, exornavitque ita ut propre suam fecisse videatur." ALDINI cite à l'appui de cette assertion un passage d'un livre obscur et complètement oublié de SULZER, publié il y avait 25 ans et intitulé: *Nouvelle théorie des plaisirs.* L'expérience, due au hasard, s'y trouvait expliquée par „une vibration des particules de l'un ou de l'autre métal ou de tous les deux, opérée par leur jonction."

Même si l'on ne veut pas voir dans les termes ambigus, dont se sert ALDINI, une insinuation blessante, il est difficile de ne pas attribuer à cette mise en scène de SULZER l'intention d'amoindrir l'importance de l'expérience de VOLTA, dessein aussi vain et puéril que serait celui de vouloir diminuer le mérite de LEVERRIER en observant que, 50 ans avant lui, LALANDE avait remarqué la planète Neptune, la croyant une étoile fixe. Mais un tort plus grave encore avait été commis par ALDINI, en donnant du raisonnement qui avait conduit VOLTA à son expérience une relation absolument fausse. Il dit: „Hoc autem fere ratiocinio orta indagatio, quae postea in utilissimam effulsit veritatem. Nervi scilicet deferentibus juncti corporibus electricum vaporem effundunt, qui si musculis ad quos contendit fuerit restitutus, aut contractionem aut impressionem excitabit aliquam. Ergo quaerendi in homine nervi qui ita extrinsecus paterent, ut facile armari metallico folio possent: hos in Sulzeri observatione praebuit lingua, quae humiditate sua latenti electricitati viam exhibet commodissimam.

On n'est pas trop sévère envers ALDINI en qualifiant cet exposé des vues de VOLTA comme étant écrit d'un bout à l'autre pour tromper le lecteur. Ce serait donc la vapeur électrique, émise par les nerfs, que VOLTA aurait voulu démontrer par son expérience! Il aurait reconnu que cette électricité doit retourner au muscle pour produire quelque effet! et dans l'opinion de VOLTA, lorsqu'il essaya l'expérience de la langue, cet effet pouvait être aussi bien l'excitation de la saveur que celle des commotions! Autant d'assertions, autant de faussetés, récapitulées et concentrées dans la dernière phrase, où l'insinuation que VOLTA aurait pris son expérience de SULZER apparaît clairement, et où en même temps l'électricité animale „electricitas latens" de GALVANI est présentée comme admise par VOLTA lui-même.

La *Memoria Terza* de VOLTA a été écrite sous l'impression toute récente de la *Dissertatio* D'ALDINI et dans l'unique but de rétablir dans leur véritable aspect les faits dénaturés par ce dernier. VOLTA commence par rappeler l'expérience du

Digitized by Google

nerf armé en deux points voisins, et à en expliquer la portée. Ensuite il proteste de n'avoir nullement connu l'expérience de SULZER. C'est par la *Dissertatio* D'ALDINI qu'il en a eu connaissance. A cette occasion il cite, dans une note, le passage du livre de SULZER dont ALDINI avait supprimé la dernière partie et il remarque que, dans ses spéculations métaphysiques et physiologiques, SULZER s'en était fait une tout autre idée. Enfin il montre combien le raisonnement qui l'avait conduit à l'expérience de la langue était en tous points différent de celui que lui attribue ALDINI, et à ce propos il reproduit en entier les cinq derniers paragraphes de sa seconde lettre à TIBERIO CAVALLO.

On ne peut qu'admirer la dignité de cette réponse mesurée faite aux remarques inconsidérées D'ALDINI.

4. Vers la fin de l'année 1792 VOLTA fit insérer dans le Journal de Leipzig: *Commentarii de rebus in scientia naturali et in medicina gestis,* Tom. XXXIV, P. 2, p. 685 – 688 une note intitulée:

Observationum circa Electricitatem animalem Specimen.

Elle a été reproduite par ANTINORI, *Collezione,* Tomo II, P. II (volume 3) p. 169 – 173.

Cet article ne contient aucun fait nouveau. Quoique, probablement pour cette raison, il ait été peu remarqué et se trouve à peine mentionné dans la littérature du galvanisme, il nous semble en réalité un document historique important et même indispensable pour bien apprécier le rôle que VOLTA a rempli dans une des plus grandes découvertes de la science.

Opposant à l'obscurité des théories galvanistes la clarté dans la définition du problème qu'il s'agit de résoudre, VOLTA formule en termes précis les deux théories antagonistes: celle de l'électricité animale, intérieure, *due à la force vitale* et celle de l'électricité *artificielle, extérieure,* due au contact de corps différents formant une chaîne conductrice avec les nerfs excités. En délimitant ainsi le terrain de la lutte, il tente évidemment de couper court aux faux-fuyants, par lesquels ALDINI tâche de se dérober à une discussion scientifique.

Par sa forme et par sa publication dans un journal qui alors était en quelque sorte un organe officiel et classique des sciences physiques et médicales, l'article donne l'impression que VOLTA a voulu porter devant le forum de l'Europe savante une question, débattue jusqu'ici presque exclusivement entre Italiens, et qui menaçait de rester sans issue par le refus obstiné de ses adversaires de saisir la véritable portée de ses expériences.

Si telle a été l'intention de VOLTA, son appel n'a pas été fait en vain. Parmi les physiciens allemands il a rencontré un savant dont l'esprit droit et logique a reconnu la valeur de sa grande découverte. C'est au professeur C. H. PFAFF DE

Digitized by Google

KIEL que revient l'honneur d'avoir le premier, par une série d'expériences soignées, appuyé la théorie de VOLTA, de laquelle il est devenu un des plus méritants défenseurs.

Mais, de plus, les termes dans lesquels VOLTA formule le problème à résoudre, fournissent l'explication de l'acharnement avec lequel il a constamment combattu la théorie de l'électricité animale, même lorsque GALVANI avait réussi à produire des commotions dans les membres inférieurs de la grenouille, en ne faisant entrer dans le circuit que des parties de l'animal même. Cette expérience est considérée aujourdhui comme fondamentale pour une science nouvelle, pour laquelle DUBOIS-REYMOND, en réunissant après une soigneuse critique les faits épars, en y ajoutant les précieux matériaux de ses propres découvertes, a le premier créé un fondement solide. D'après le célèbre physiologiste, le mystérieux phénomène, découvert par GALVANI, pourrait être comparé à une équation à deux inconnues: l'électricité voltaïque et l'électricité animale. Tout en rendant un hommage éloquent au profond génie qui a fait connaître la première, DUBOIS-REYMOND n'est pas loin de faire un reproche à VOLTA d'avoir méconnu le mérite de la découverte de GALVANI, qui le premier aurait réalisé un effet dû exclusivement à la seconde, et aurait ainsi découvert la véritable électricité animale.

Le reproche ne nous semble nullement mérité. Jamais VOLTA n'a nié les faits expérimentaux décrits par GALVANI, lorsque lui-même avait eu occasion de les vérifier. Aussi, a-t-il reconnu franchement qu'un courant électrique entrait en circulation lorsque le bout libre du nerf ischiatique, resté attaché à la patte de grenouille, venait à toucher le tendon ou les muscles de ce membre et que le circuit était formé ainsi exclusivement de parties animales. Mais il refusait d'y reconnaître l'effet d'une électricité proprement animale dans le sens que GALVANI attachait à ce terme, savoir d'une électricité qui devait son origine à *la force vitale*, à un agent mystique et en quelque sorte surnaturel. VOLTA était un rationaliste convaincu; d'après lui, si l'on aperçoit dans les parties animales un courant électrique, on ne doit pas y voir la manifestation d'un agent inconnu, échappant aux lois de la physique, mais rechercher au contraire quelles sont les conditions dans lesquelles on peut réaliser, en dehors de l'animal, avec des matériaux semblables, les mêmes effets. L'hypothèse d'une électricité spécifiquement animale, dépendant d'une force inconnue résidant uniquement dans les êtres animés, n'est pas motivée, tant que l'on ne peut prouver que l'électricité due au contact de substances hétérogènes, soit fixes, soit liquides, soit imbibées, est insuffisante pour rendre compte des phénomènes observés.

Ce point de vue, complètement opposé au mysticisme des anciennes écoles, est celui qui de nos jours est reconnu généralement comme le seul admissible.

Digitized by Google

C'était aussi celui de DUBOIS-REYMOND qui, dans la Préface de son ouvrage classique, a consacré 17 pages (XXXIV – L) à combattre ce qu'il appelle „die Irrlehre der Lebenskraft" (la fausse théorie de la force vitale).

VOLTA, en opposant dans son *Specimen* l'électricité animale due à la force vitale à l'électricité artificielle, c'est-à-dire à l'électricité que l'on pouvait exciter par le frottement, la seule dont on avait étudié les propriétés, n'a pas eu d'autre idée, et il y est resté fidèle, de même que DUBOIS-REYMOND, lequel, à la fin de sa diatribe, exprime sa satisfaction que ses recherches ont pu contribuer, s'il ne se trompe, à chasser la force vitale d'un de ses réduits les plus résistants.

5. La *Nuova Memoria sull'elettricità animale in alcune lettere al Signor abbate* ANTON MARIA VASSALLI a paru en trois lettres publiées dans les *Annales* de BRUGNATELLI, Tome V (1794) p. 132—144, Tome VI p. 142—166, Tome XI p. 84—146 et réimprimées dans la *Collezione* d'ANTINORI, Tome II, P. I (volume 3) p. 197—268.

La première, non datée, a dû suivre de près le *Specimen*. Cette fois VOLTA affirme hardiment que, dans son opinion, „toute l'action de la prétendue électricité animale procède originairement de métaux formant contact avec un corps humide quelconque, ou l'eau même, en vertu de quel contact le fluide électrique est poussé par ces métaux dans ce corps liquide ou aqueux, plus fortement par quelques uns, à un moindre degré par quelques autres." Pour la première fois on voit paraître parmi les métaux examinés le zinc, qu'il a reconnu comme le plus fort. La série électromotrice est devenue aunsi: zinc, feuille de papier couverte d'étain, étain en lames, plomb, fer, laiton et bronzes de diverses qualités, cuivre, platine, or, argent, mercure, plombagine, charbon de bois.

Parmi ses nombreuses expériences VOLTA en décrit une qui lui semble particulièrement frappante. Quatre personnes sont rangées en cercle: la deuxième touche du doigt la langue de la première, la troisième touche de même le bulbe nu de l'œil de la deuxième. La troisième et la quatrième tiennent par leurs doigts bien humectés, l'une le dos, l'autre une patte d'une grenouille fraichement preparée. Enfin la première tient dans la main humide une lame de zinc, la quatrième une lame d'argent. Dès que les deux métaux viennent en contact, la première personne sent sur sa langue la saveur acide, la deuxième aperçoit l'éclair lumineux et la grenouille entre en commotion. Pour réussir cette expérience, il faut absolument que les deux lames soient de métaux différents.

Pour répondre à ceux qui voudraient lui opposer le fait que quelquefois, dans les grenouilles préparées jouissant encore de la plus grande excitabilité, les commotions se produisent lorsqu'elles sont touchées en deux points par les deux bouts d'un même fil de métal, il décrit une série d'expériences qui prouvent que la moindre différence, dans l'état de trempe ou de recuit, dans le degré de rudesse

Digitized by Google

ou de polissage des deux bouts, suffit pour rendre actifs des fils préalablement sans effet, lesquels il avait réussi à rencontrer parmi un grand nombre d'échantillons.

La deuxième lettre, également non datée, mais qui doit avoir été écrite pendant l'été de 1794, est la réponse à trois écrits récemment parus. Le premier de ces écrits, publié sans nom d'auteur, est certainement le plus remarquable, il est intitulé: *Dell'Uso e dell Attività dell'Arco Conduttore nelle Contrazioni dei Muscoli. Modena.* in-8°. On a retrouvé, parmi les papiers laissés par GALVANI, le manuscrit de cet ouvrage, de sorte que GALVANI lui-même en est indubitablement l'auteur. Aussi, il se trouve reproduit en entier dans l'édition complète de ses ouvrages, (voir notre page 81), de même que le *Supplemento* également anonyme, que GALVANI fit suivre bientôt après. Les deux autres écrits sont intitulés: JOANNIS ALDINI *De Animali Electricitate Dissertationes Duae, Bononiae* 1794. in-4°. C'est dans le premier ouvrage anonyme de GALVANI que se trouve décrit la fameuse expérience de la „commotion sans métaux."

Dans le corps même de sa deuxième Lettre à VASSALLI, VOLTA se borne à prouver que ses propres expériences, spécialement celle de la langue, montrent décisivement que l'électricité est excitée, indépendamment d'une électricité animale, chaque fois que des métaux, différents soit par leur nature, soit par des propriétés accidentelles, se trouvent en contact avec un corps humide. Sa polémique contre les trois écrits cités se trouve reléguée dans des notes étendues, formant ensemble la majeure partie de sa réponse. Quant à l'expérience de la commotion sans métaux, VOLTA remarque qu'elle ne réussit qu'avec des préparations de la plus grande sensibilité, qui n'excluent guère comme cause des commotions une irritation mécanique des nerfs. Il persiste à regarder comme non prouvée la production d'un courant électrique sans l'intervention d'un métal.

Dans la troisième lettre, datée du 24 octobre 1695, VOLTA rétracte cette dernière opinion. L'expérience lui avait appris que, dans un circuit composé uniquement des muscles et tendons et du nerf crural de la patte de grenouille, l'électricité est mise en mouvement avec assez de force pour exciter des commotions que l'on ne peut attribuer à une irritation mécanique. Mais ce n'est pas une raison pour admettre une électricité animale ou animalisée, comme le veulent les galvanistes. Tout peut s'expliquer par la même cause qui fait circuler l'électricité dans l'arc conducteur à deux métaux, fermé par un corps humide, savoir: le déséquilibre électrique produit par le contact de substances hétérogènes. Après avoir établi dans une note la distinction entre les conducteurs de première classe, comprenant les conducteurs solides, et ceux de seconde classe, constituée par des conducteurs liquides ou humides, il corrige sa thèse d'après laquelle, pour faire

Digitized by Google

naître un courant, il faut qu'au moins un conducteur de la première classe fasse circuit avec deux conducteurs de la seconde; il la modifie en ce sens qu'un circuit générateur de courant peut aussi être composé uniquement de conducteurs de la seconde classe, quoique dans ce cas le courant soit généralement très faible.

C'est à cette occasion qu'il cite un passage d'une lettre, qu'il avait écrite déjà en 1792 à l'abbé TOMMASELLI, où, en effet, la propriété de faire naître un déséquilibre électrique par le contact de substances différentes n'est pas seulement attribuée aux métaux, mais à tous les conducteurs. VOLTA rapporte en même temps qu'il a communiqué ces mêmes idées à VAN MARUM dans une longue lettre, dans laquelle il a traité du rapport qui existe entre une électricité faible excitée par le simple contact et celle plus apparente provoquée par la friction.

Dans une des notes de cette *Lettera Terza* VOLTA donne une nouvelle série électromotrice sous le titre: „Table de conducteurs de la première classe, qui possèdent un pouvoir différent de pousser le fluide électrique et de le chasser dans les conducteurs humides ou de seconde classe. La table commence par le zinc, finit par le charbon de bois, et comprend 26 corps.

La *Lettera Terza al Signor* VASSALLI, que nous venons de résumer, avait été provoquée par l'accueil enthousiaste qu'avait trouvé l'expérience de la „commotion sans métaux" dans le camp des galvanistes, parmi lesquels surtout EUSEBIO VALLI avait soutenu qu'elle était décisive pour faire triompher les vues de GALVANI et réduire au silence le physicien de Côme. La lettre se borne à démontrer que la fameuse expérience n'avait rien de contraire aux principes adoptés par VOLTA et confirmés par des faits dont les galvanistes ne pouvaient rendre raison. Mais VOLTA n'avait nullement l'intention de se contenter de cette défense à certain point évasive. La *Lettera Terza* ne constitue pour ainsi dire que le préambule du suprême effort de son merveilleux génie, du travail qui a rempli toute une année de labeur incessant, mais qui aussi lui a procuré la victoire définitive et ouvert la voie vers l'invention de la colonne voltaïque.

6. Ces recherches se trouvent relatées dans son Mémoire: „*Sull' Elettricità eccitata dal Contatte de Conduttori dissimile. Lettere Tre dirette al Professor* GREN *di Halle,* inséré dans les *Annali di chimica* de BRUGNATELLI au Tome XIII (1797) p. 226–274, Tome XIV (1797) p. 3–39 et 40–74. Il a été reproduit par ANTINORI dans sa *Collezione* au Tome II, Parte II (volume 4) p. 5–94.

Ce mémoire, chef d'oeuvre classique au même titre que le *Horologium oscillatorium* ou le *Traité de la Lumière* de HUYGENS, les *Principia* de NEWTON, la *Théorie des phénomènes électrodynamiques* D'AMPÈRE, les *Experimental Researches* de FARADAY, n'a, autant que nous sachions, jamais paru en son entier que dans les deux publications italiennes citées. Comme l'indique le titre, que nous empruntons

Digitized by Google

à ANTINORI, le Mémoire se compose de trois lettres adressées à GREN qui, dans son *Neues Journal der Physik*, au Tome III p. 479–481 donne un extrait de deux pages de la première, et au Tome IV p. 107–127 un extrait de la deuxième, suivi d'une *Beylage* qui tient lieu de la troisième. VAN MONS a traduit en français les articles du *Journal* de GREN dans les *Annales de chimie*, Tome XXIII p. 276–278 et 278–305, avec l'addition 305–315, et a donné encore un extrait de deux pages de la troisième lettre, au Tome XIX p. 91–93, d'après l'édition des *Annales* de BRUGNATELLI.

Il semble que VOLTA, après avoir communiqué successivement à GREN les résultats de ses nouveaux travaux, a refondu et complété ces communications dans un mémoire, ordonné en trois lettres et divisé en CX paragraphes, sans s'astreindre rigoureusement à l'ordre des lettres, qu'il avait en réalité envoyées à GREN. Ainsi la première lettre des *Annales* de BRUGNATELLI contient les paragraphes I–LIV, tandis que chez GREN et VAN MONS la première lettre ne contient que la substance des trois premiers paragraphes. Les renvois à la première lettre, que l'on trouve dans la deuxième de GREN, sont changés dans la première de BRUGNATELLI en „al principio di questa lettera (ANTINORI page 32). Les paragraphes XXVI–XXXI de BRUGNATELLI et ANTONORI manquent chez GREN et VAN MONS, de même que plusieurs expériences décrites dans l'édition refondue par VOLTA. Dans le court résumé suivant nous nous référons à cette dernière.

La *Lettera prima* débute par une expérience que VOLTA décrit comme il suit: „Remplissez une tasse d'étain d'eau de savon, de lait de chaux, ou mieux encore d'une lessive médiocrement forte, puis ayant empoigné d'une ou de deux mains mouillées d'eau simple, portez le bout de la langue dans la liqueur, vous serez surpris de la sensation inattendue qu'éprouvera votre langue d'une *saveur acide* au contact d'une *liqueur alcaline*. Cette saveur acide se fera sentir à un degré bien prononcé et assez fort pendant quelques instants, mais peu à peu elle ira se changer en une saveur différente, plus salée et piquante qu'acide, de sorte qu'à la fin elle deviendra aigre et tout à fait alcaline, à mesure que la liqueur pénètre la langue et que l'influence de sa saveur propre, son action chimique plus fortement développée vient à vaincre finalement la saveur acide causée par le courant électrique, qui va de l'intérieur de la tasse d'étain à la liqueur qu'elle contient, entre par la pointe de la langue, et en traversant celle-ci, ainsi qu'une partie de la personne, retourne au même métal, repasse dans la liqueur etc. et maintient ainsi une circulation perpetuelle."

Cette expérience, qui réalise un courant perpétuel excité dans un circuit composé d'un seul métal et de deux liquides différents, sert de point de départ d'un examen méthodique des différents cas où dans un circuit de conducteurs, peut

Digitized by Google

naitre un courant. VOLTA arrive à la règle, que l'on peut formuler comme il suit: toutes les fois que, en parcourant un circuit fermé, on rencontre des forces électromotrices, qui (considérées comme positives ou négatives selon qu'elles sont dirigées dans un sens ou dans l'autre) donnent une somme différente de zéro, un courant continuel s'établira.

En théorie ce cas est possible toutes les fois qu'en parcourant le circuit on recontre un contact de deux conducteurs, qui ne se présente pas en sens inverse dans une autre partie du circuit, comme dans le cas de trois métaux. Mais il faut remarquer que VOLTA, pour pouvoir observer des courants d'électricité, n'avait à sa disposition que les deux rhéoscopes qu'il avait découverts comme tels, savoir la grenouille et la langue, qui nécessairement introduisent dans le circuit un conducteur de seconde classe. Il lui fut donc encore impossible de reconnaitre qu'un circuit de trois conducteurs de première classe n'engendre pas de courant.

Toutes les fois donc que, dans un cercle complet de conducteurs, il s'en trouve un de seconde classe entreposé à deux de la première, ou réciproquement un de la première classe entre deux différents de la seconde comme dans l'expérience de la tasse, il s'établira un courant de droite à gauche ou de gauche à droite selon que la force prévaut dans un des deux sens.

La première lettre est presque entièrement consacrée à illustrer par des figures et à démontrer par des expériences nombreuses et variées cette loi générale des courants voltaïques. Dans le cours de sa démonstration VOLTA ne manque pas de remarquer qu'il y a des cas où le circuit composé d'un seul métal avec deux liquides différents, combinaison dont il n'avait reconnu l'effet que dans l'automne de 1794, peut produire des courants aussi forts que celui excité pas deux métaux, même les plus différents, comme le zinc et l'argent, avec un seul liquide. Tel est le cas avec le fer touchant d'une part l'eau et de l'autre l'acide nitrique, ou l'argent avec l'eau et une dissolution de sulfure. Au § XLVIII VOLTA aborde les cas de trois conducteurs liquides ou de seconde classe, qui d'après lui peuvent également produire un courant en l'absence de tout conducteur de la première classe. Les faibles courants produits ainsi exigeant un rhéoscope aussi sensible que la grenouille préparée de GALVANI, VOLTA se trouve placé ici devant une difficulté qui semblerait insurmontable, parce qu'en introduisant dans le circuit la préparation de GALVANI il fait entrer nécessairement un élément, qui d'après les galvanistes est lui-même une source de courant électrique. Mais il trouve encore, dans l'évaluation quantitative de l'effet observé, le moyen d'éluder la difficulté en faisant voir que l'intensité des commotions dépend de la nature du liquide qui sert comme arc conducteur entre le nerf d'un côté et le tendon ou un muscle de la patte de l'autre. Lorsque la préparation est bien lavée à l'eau, lel commotions sont

Digitized by Google

insensibles ou très faibles; il suffit de faire intervenir entre le nerf et le tendon une goutte de sang, de lessive, ou mieux encore de liquide alcalin, pour les voir apparaitre distinctement. Ce résultat, inexplicable dans la théorie galvaniste, est tout à fait conforme à la loi qui fait dépendre l'intensité de la force électromotrice de la nature des conducteurs qui se trouvent en contact. Dans une autre expérience non moins concluante, VOLTA plonge le tronc de la grenouille préparée dans l'un de deux verres remplis d'eau, les jambes dans l'autre, et ferme le circuit soit au moyen de deux doigts dont l'un a été trempé d'une liqueur alcaline, soit par un morceau de chair, de fruit ou quelque autre corps humide dont l'un des bouts a été enduit d'alcali.

Il faut se représenter les difficultés que causait dans ces recherches le manque de moyens électrométriques ou rhéométriques suffisants, pour bien apprécier le progrès immense réalisé dans la *Lettera seconda* et surtout dans la *Lettera terza*. Dans la *seconda* VOLTA annonce avoir réussi au moyen de son condensateur et du duplicateur de NICHOLSON à rendre sensible à l'électromètre à feuilles d'or, et même à l'électromètre à pailles, l'électricité de contact. Jusqu'ici il avait cru que, dans le circuit composé de conducteurs différents, c'était surtout le contact d'un conducteur de première classe avec un liquide ou un corps humide qui produisait le déséquilibre de l'électricité. L'expérience lui a maintenant montré le contraire. Il trouve que, à l'exception de quelques cas comme dans le contact des métaux avec des liquides fortement oxydants, c'est le contact des deux métaux qui donne lieu à la plus grande tension électrique. Déjà avec un instrument aussi peu approprié que le duplicateur de NICHOLSON, il arrive à démêler de l'expérience, en comptant le nombre de tours qu'il faut faire pour rendre l'électricité visible à l'électromètre, les différents degrés de force électromotrice selon les différentes combinaisons de métaux. Il confirme ainsi par ce nouveau moyen de recherche la série électromotrice, qu'il avait déduite des commotions de la grenouille ou de l'intensité du goût senti sur la pointe de la langue. Le condensateur chargé par un des disques de métal isolés premièrement appliqués l'un contre l'autre, ou par un disque de métal après contact avec un conducteur de seconde classe, formé par un disque de bois ou de papier faiblement humecté de manière à ne pas mouiller le disque métallique, le conduit bien plus loin. C'est cet instrument, dont lui-même il avait enrichi la science, qui lui fournira le couronnement de son œuvre.

Mais déjà nous avons dépassé la limite chronologique de cet exposé, destiné à faire connaitre les travaux dont parle VOLTA dans sa lettre du 8 octobre 1796. Et de plus nous nous sentons impuissants à rendre l'impression que donne l'étude du merveilleux travail que nous venons de résumer en dernier lieu. Il faut le lire en entier.

Digitized by Google

[2]) Dans notre collection se trouve la lettre suivante de JEAN DOMINIQUE MATTI à VAN MARUM.

Nuremberg ce 12 X^bre 1796.

Monsieur.

J'ai bien reçu la lettre dont vous m'honorâtes le 28 du mois dernier, et j'ai promptement expédiée celle qu'elle renfermoit pour M. VOLTA de Pavie. Vous m'y parlez d'un Paquet que vous m'avez expédié à mon adresse; je me trouve dans la nécessité de vous dire que je ne l'ai pas encore reçû; s'il me parvient je le ferai d'abord passer à mons. VOLTA. — Vous auriez bien fait de m'annoncer par qui vous me l'avez envoyé, afin que j'eusse pû faire des recherches.

J'ai l'honneur d'être avec considération

Monsieur

Vôtre très-humble S^r

JEAN DOM^QUE MATTI.

Digitized by Google

XVII.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

28 novembre 1796.

La lettre se trouve à Milan, R. Istit. Lombardo.
Elle en la réponse à la lettre XVI.

Mon cher Monsieur!

Il me faisoit bien du plaisir de recevoir vos dernières du 8me 8bre, ayant desiré depuis très longtemps d'avoir quelques nouvelles, de votre part; mais il me fait beaucoup de chagrin de voir que deux ou trois de mes lettres précédentes sont perdues, et que ce malheur a été la cause de l'interruption de vos nouvelles concernant l'électricité animale, vous me consolez cependant un peu, en me promettant un long Memoire en forme de lettres, contenant vos experiences, par lesquelles vous avez rendu sensible à l'électromètre l'électricité produite par le simple attouchement des conducteurs différens.

J'attens votre Memoire avec impatience, et si vous ne l'avez pas encore expédié je vous prie beaucoup de me l'envoyer par la poste; ce qui sera surement la voije la plus sure.

D'abord après la reception de vos lettres j'ai expédié le 3me volume de mes experiences [1]) suivant l'addresse que vous m'avez indiqué, c.à.d. à M. Jean Dominique Matti, pour Cajetan Cairoli de Come. Je n'ai pu y ajouter les bandelettes de baleine, pour les Hygromètres de de Luc, que

Digitized by Google

vous desirez. Je ne connois qu'un seule personne, qui sait les faire, vous recevrez ci-joint les cinq bandelettes que j'ai reçu hier de lui, il m'a été impossible de les obtenir plutot.

Comme la correspondance de la Hollande avec l'Angleterre est entièrement interrompue, il y a plusieurs ouvrages physiques et chimiques anglais qui nous manquent. CAVALLO m'aurait surement envoyé son *complete treatise on Electricity* vol. III, dont vous faites mention, en cas qu'il aurait trouvé moijen de me le faire parvenir. Vous voyez donc qu'il m'est impossible de satisfaire à votre desir, de vous envoyer les nouveautés physiques ou chimiques de ce païs.

Vous me ferez bien de plaisir en me communiquant franchement vos remarques sur les expériences que je viens de décrire dans le volume que vous recevrez.

Je ne veux pas differer de vous envoyer aujourd'hui les bandelettes; quoique le tems ne permets pas de vous communiquer tout ce que [je] désire. Je diffère donc le reste jusqu'à ce[que] j'aurai reçu votre reponse.

Recevez les assurances de la parfaite estime et de l'amitié sincere avec lesquelles

Je suis V. Humb. et Ob. Serviteur

VAN MARUM.

Harlem ce 28 Nov. 96.

NOTE.

[1]) Voir la note 2 de la lettre XV.

Digitized by Google

XVIII.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

25 mai 1797.

La lettre se trouve à Milan, R. Istit. Lombardo.
La minute se trouve à Harlem, Soc. Holl. des Scienes.
La lettre fait suite à la lettre XVII.
VOLTA y répondit par la lettre XIX.

à M. VOLTA.

Mon cher Monsieur!

Je suis jusqu'ici dans l'incertitude si vous avez reçu le 3^{me} volume de mes expériences faites avec notre grande machine électrique, que je vous ai envoyé en Novembre de l'année passée, en addressant le paquet à Mons. JEAN DOM. MATTI à Nuremberg, comme vous m'avez demandé dans votre lettre du 8^{m}. Octobre dernier. Je vous prie de me faire savoir par la poste si ce paquet vous est parvenu, comme aussi la lettre que j'ai envoyé a la fin de Novembre, par la même voie, c.a.d. en l'addressant à Monsieur MATTI. Je vous ai prié instamment de vouloir m'envoyer votre Mémoire en forme de lettres dont vous m'avez parlé dans votre lettre du 8^{me}. Octobre dernier contenant vos nouvelles découvertes par les quelles vous êtes parvenu à rendre sensible à l'Électromètre l'électricité produite par le simple attouchement des conducteurs différens. Vouz m'avez promis pour sur le Mémoire, me marquant qu'il était déja écrit, et que vous voudriez l'offrir à notre societé Hollandaise. Ne l'ayant pas

Digitized by Google

reçu jusqu'ici, je suppose que ma lettre, par la quelle je vous ai prié instamment de me l'envoyer au plutôt, sera perdue ou (ce qui seroit plus pis) que votre Memoire sera égaré.

J'attens donc avec impatience vos nouvelles à cet égard, ou plutôt vôtre Mémoire même, dont je vous prie de me faire parvenir la copie par la voie la plus sure, en cas qu'il est perdu. Le Mémoire sera surement un ornement pour la collection que notre Societé a publié, et j'aurai soin qu'il sera bien traduit.

J'espere que la paix prochaine facilitera notre correspondance. Dans ce moment je n'ai pas des sujets assez interessants à vous communiquer. Soyez assuré de mes sentiments d'estime et d'amitié sincere, avec lesquels je serai toujours

Votre tout devoué

M. VAN MARUM.

Harlem ce 25 mai 1797.

P.S. Ou se trouve a present M. LANDRIANI? J'ai ecrit à lui il y a presque un an, et j'ai addressé la lettre à Milan, mais jusqu'ici je n'ai point de repose.

Digitized by Google

XIX.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

30 juin 1797.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. Holl. des Sciences.
Elle est la réponse à la lettre XVIII.
Van Marum y répondit par une lettre que nous ne connaissons pas.

Mon cher Monsieur.

J'ai reçu un peu tard votre derniere lettre du 25. Mai, à laquelle j'aurois repondu plutôt si je n'avois pas été sur le point de quitter Pavie pour me rendre à Milan, et ensuite à Côme ma patrie, où me voila depuis quelques jours seulement pour y rester en repos tout le tems de nos vacances. C'est veritablement ma faute de ne vous avoir point averti, que j'avois reçu dûment le paquet contenant le 3.me volume de vos expériences avec la grande machine électrique, et la lettre que vous eutes la bonté de m'envoyer en Novembre passé par le moyen de Mr. Jean Dominique Matti de Nuremberg, comme je vous avois marqué. Je supplée donc à présent, et vous prie de vouloir bien continuer à vous servir de ce moyen toutes les fois que vous aurez quelque chose à m'envoyer. Il vous souviendra des livres, que je vous avois demandé l'année passée: vous me dites qu'il y avait la plus grande difficulté à les tirer d'Angleterre, mais j'espère que vous le pourrez à présent que la paix va se faire.

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles je ne vous ai pas

Digitized by Google

encore envoye le memoir, que je vous promettois sur l'électricité excitée par le simple contact de métaux, que j'avois enfin réussi à rendre sensible à l'électrometre.

Le Memoir, il est vrai, etoit déja écrit en grande partie et presqu'achévé au mois de Septembre; mais ayant avancé beaucoup dans la suite des expériences, et plusieurs nouveaux faits s'étant présentés, j'ai du songer à le refondre: cependant j'ai voulu attendre pour cela que j'eusse étendu et perfectionné encore plus ces expériences, qui m'ont ouvert un nouveau champ très-large. Dans cet intervalle j'ai eu occasion de montrer les principales de ces expériences à plusieurs Physiciens, entre autres à Mrs. BERTHOLLET et MONGE, auxquels je lus aussi une bonne partie de ce Memoir en forme de lettre, que je vous avois destiné. Ce fut en decembre: ils y applaudir, et voulurent m'engager à l'envoyer à l'Institut National, ou Ecole Polytechnique de Paris. Comme je leurs dis que je l'avois déjà promis à vous, et à cette Société des Sciences, ils me proposerent d'en envoyer au dit Institut deux copies, se chargeant eux d'en transmettre une à votre Société. Dependants comme nous étions, et sommes encore de la France conquerante, je n'eus garde de refuser la proposition; cependant je restai incertain et suspendu, d'autant plus que je n'aimois aucunement le double travail de faire deux copies du même Memoir: je préférai donc de me livrer entierement à la suite de mes expériences et d'attendre à refondre le Memoir que je les eusse complettées. Maintenant, que je me crois arrivé à ce terme je n'ai plus qu'à reprendre cet écrit, et y mettre la derniere main, ce qui je vais faire dans quelques jours. Je ne tarderai donc plus à vous envoyer le Memoir promis, mais de grace ne vous fachez pas, si peut etre je l'enverrai en même tems à l'Institut de Paris et si j'ai déjà publié une partie des découvertes dans un Journal Allemand le Journal Physique de GREN, et dans un Italien, celui

Digitized by Google

du Dr. BRUGNATELLI [1]): il m'a été necessaire de le faire pour prendre date.

Comme l'envoi du Memoir pourroit encore tarder un mois, ou davantage, je vais vous decrire ici quelques une des expériences les plus frappantes, par lesquelles je montre l'électricité que les métaux differents acquierent par le simple contact mutuel: de ces expériences, que j'ai faites depuis l'année passée et sans avoir recours au duplicateur d'électricité.

Je prends deux plateaux, un d'Argent, l'autre de Zinc, d'environ trois pouces de diametre, dont les surfaces sont bien planes et unies, et les tenant isolés chacun sur un bâton de verre incrusté de cire d'espagne, je les applique l'un à l'autre en plan, et les detache un moment après: cela suffit pour que le plateau de Zinc donne des signes d'électricité *en plus*, et celui d'Argent d'électr. *en moins* à l'électrometre de BENNET, en faisant diverger les feuilles d'or d'1. ligne, ou 1 1/2. suivant que les surfaces des plateaux sont plus unies et propres, et les isolements en bon état.

Je repete l'expérience tenant isolé un seul des plateaux, que j'applique à l'autre non isolé; et l'électricité de ce plateau isolé se montre du double plus forte: elle fait écarter les feuilles de l'électrometre de 2, 2 1/2, et jusque 3. lignes.

Veut-on avoir une électricité beaucoup plus forte encore? Qu'on ait recours à mon *Condensateur* de la maniere suivante. Qu'on applique le plateau isolé à l'autre non isolé plusieurs fois de suite et qu'a chaque fois qu'on le detache on le fasse toucher au crochet d'une très-petite bouteille de Leyde, de 3. ou 4. pouces quarré de garniture. Si on fait cela 30. ou 40. fois cette petite bouteille aura acquis assez de charge pour porter l'électricité dans un petit condensateur au point de marquer à l'électrometre 20. degrés ou davantage et même de donner une petite étincelle. Le condensateur dont je me

Digitized by Google

sers communément pour ces expériences, est un plateau semblable aux autres, posé sur une piece de toile cirée, ec.

Notre ami le Chev. LANDRIANI après avoir passé quelques années à Dresde s'est rendu depuis deux ans a Vienne. Il y a plus d'un an qu'il ne m'a plus écrit.

Je suis, Monsieur, toujours avec les mêmes sentiments d'estime et d'amitié

Votre très-humble, très-obeissant serviteur

A. VOLTA.

à Côme le 30.me Juin 1797.

Hollande.

A. Monsieur

Monsieur VAN MARUM, Directeur du Cabinet de Teyler
Membre de plusieurs Académies, à

Harlem.

NOTE.

[1]) Consultez la note 1 de la lettre XVI, page 119, sous le numéro 6.

Digitized by Google

XX.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

26 novembre 1798.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à une lettre que nous ne connaissons pas.

à Milan (pour me rendre à Pavie)
ce 26e. 9bre 1798.

Mon cher Monsieur

J'ai reçu à Côme ma patrie votre lettre du mois de 7bre passé, et peu après le volume contenant la description des nouveaux appareils chymiques etc. inventés ou perfectionnés par vous, qui m'a fait beaucoup de plaisir, et pour lequel je vous rends bien des graces [1]). Je compte en faire executer quelques uns ici, s'il me sera possible c. à d. les plus simples et je vous demanderois de faire construire les autres plus compliqués sous vos yeux, et de me les envoyer, s'ils n'étoient pas trop dispendieux et s'il étoit facile de les expedier.

J'aime beaucoup la Chymie et surtout la Chymie pneumatique, que j'ai été le premier à cultiver en Italie. Vous devez connaître mes découvertes et mes premieres expériences sur l'air infl. N'ai-je pas été le premier qui a decouvert à la suite des expériences avec mon pistolet et ma lampe à air infl., et celles d'un Eudiometre, ou appareil pour bruler cet air en vaisseaux clos, mélé à différentes proportions d'air

Digitized by Google

commun, ou d'air vital pur pareillement de mon invention, qui a découvert, dis-je, et trouvé avant 1781. [3]) que tout l'air infl. disparoit et qu'il entraine avec lui la destruction d'un volume d'air vital, qui est à-peu-près la moitié de son propre volume, qu'il ne se produit par une telle combustion ni air fixe (gas acide carbonique), comme LAVOISIER avoit cru jusques-là, avec plusieurs autres, ni aucun autre acide, que les deux airs enfin se reduisent à une simple vapeur? Je n'avois point encore déterminé à la vérité que cette vapeur fût de l'eau simple, j'avois seulement dit, que je n'y avois reconnu rien de salin; et je me proposois de l'examiner en repetant les expériences dans un appareil semblable à mercure avec des robinets de cristal, que je fis executer après lorsque j'allai à Londres en 1792. L'autre appareil avec les robinets de cuivre, que je crois vous avoir montré, et que j'ai montré à d'autres Physiciens à Amsterdam et à Paris l'hyver de 1781. ne pouvoit servir à recueillir l'eau produite par la combustion d'air infl. mélé avec l'air resp., parce qu'elle se faisoit sur l'eau; il faisoit seulement voir la destruction de ces deux airs et leur juste proportion et indiquoit déjà assez leur resolution en eau par l'apparition d'une vapeur nebuleuse, qui disparoissoit peu après, et se confondoit avec le reste de l'eau sans aucune trace de matiere etherogene. Voila jusqu'où J'étois arrivé avec mes expériences quelques années avant que LAVOISIER imaginât et exécutât avec ses nouveaux appareils, avec ses Gazometres etc. les fameuses expériences de bruler sur le mercure une grande quantité d'air infl. par une combustion lente, qui lui fournit le moyen de recueillir une quantité très considérable d'eau, assez grande pour pouvoir verifier que son poids égaloit celui des deux airs consommés. Il ne fit donc que verifier ou completer ma découverte; de même qu'il ne fit à l'égard des appareils que perfectionner ma lampe à air infl. ou combiner celle-ci

Digitized by Google

avec mon Eudiometre. Je n'ai garde par-la de diminuer le mérite ni des appareils très-ingenieusement combinés et beaucoup supérieurs aux miens, qui lui en ont donné l'idée, ni de ses découvertes, que je n'avois encore qu'entrevuës et auxquelles j'ai ouvert le chemin: LAVOISIER est veritablement parvenu, il a trouvé ce qui étoit seulement indiqué, il a fixé la verité. Je veux seulement rappeler que j'ai aussi fait des decouvertes dans cette branche de Chymie pneumatique, qui ont aidé aux autres, et que je suis entré des premiers dans cette carrière. On peut donc juger que j'ai dû suivre avec beaucoup d'interêt les progrès de cette partie de Science et vous ne deviez pas douter du plaisir que me feroit votre ouvrage contenant la description de plusieurs excellents appareils qui la concernent et le resultat de vos expériences avec eux. J'avois aussi découvert en 1781. que l'air infl. tiré des substances vegetales et animales par la distillation et celui produit par leur décomposition spontanée sous l'eau (mon air infl. des marais) avoit besoin pour bruler d'une beaucoup plus grande quantité d'air vital et qu'il s'engendroit par cette combustion beaucoup d'air fixe (gas carbonique); que seulement l'air infl. pur étoit celui qui n'en faisoit guere paroitre. Je croyois aussi, et je l'avois dit, que ces autres airs étoient le même air infl. combiné avec plus ou moins de parties huileuses: je n'étois donc pas fort loin de la decouverte qu'on fit après, et je n'eus pas de difficulté à substituer aux principes huileux, le principe charbonneux. C'est ainsi, que je m'étois deja beaucoup approché de la theorie chymique nouvelle non seulement avant qu'elle eût des Partisans hors la France, mais avant même qu'elle fût pnbliée dans son ensemble ou eût pris forme de corps. Je n'eus donc pas de peine à l'embrasser dans sa totalité, et il y a déja plusieurs années que je l'enseigne dans mes leçons et demonstrations publiques. Cependant je ne suis pas loin

Digitized by Google

d'adopter la correction ou addition proposée par quelques Chymister Allemands, nommément RÜHTER, et GREN, qui pretendent que les combustibles ne s'oxident pas seulement par la combustion, n'acquierent pas seulement l'oxigene par affinité simple, mais qu'ils en font échange avec un autre principe qu'ils lâchent et qui est la base de la lumière et auquel ils voudroient encore conserver le nom de phlogistique, pour concilier en quelque maniere l'ancienne théorie phlogistique avec la nouvelle pneumatique. Vous connoissez sans doute cette théorie modifiée, que GREN a très-bien développée [3]) et vous m'accorderez, qu'elle paroit assez plausible.

Je suis à la verité un peu honteux de n'avoir pas satisfait à ma promesse de vous envoyer le Memoir projeté sur l'électricité par le simple contact des metaux, malgré que j'aye des raisons pour m'excuser: et la premiere est que j'ai du publier plusieurs de ces expériences avant coup pour repondre aux partisans de GALVANI, et à GALVANI lui-même, qui m'ont de nouveau attaqué concernant leur prétendue électricité animale, que j'avois declaré n'être qu'une électricité artificielle excitée par le contact de conducteur différents, ecc. J'ai donc envoyé, pour être inserés dans quelques Journaux, des nouveaux Memoirs contenant des Extraits de mes nouvelles expériences, qui tranchent la question, des expériences, dis-je, sur l'électricité excitée par le simple contact des conducteurs différents sur-tout métalliques, et renduë sensible aux électrometres ordinaires: les Journaux sont les *Annali di Chimica* de BRUGNATELLI, qu'on imprime à Pavie et *Neuer Journal der Physik* de GREN.

Adieu mon cher.

Votre A. VOLTA.

Digitized by Google

NOTES.

[1]) Il s'agit du Mémoire cité dans la note 2 de la lettre XII, (page 61), dans lequel VAN MARUM a décrit l'ensemble de ses appareils servant a étudier la nouvelle chimie. Le Mémoire débute par une réimpression de la description de son nouveau gazomètre, publiée pour la première fois dans sa *Seconde Lettre à* M. BERTHOLLET.

[2]) Dès ses premiers travaux en chimie VOLTA s'est occupé de la proportion dans laquelle il faut mélanger les gaz inflammables avec l'air commun pour obtenir la combustion la plus complète. Dans la *Lettera seconda* au Père C. G. CAMPI, datée du 21 novembre 1776, et publiée dans son ouvrage: *Lettere del sig. D.* ALESSANDRO VOLTA *comasco e decurione, Sull'aria nativa delle palude. Milano, nella Stamperia di* GIUSEPPE MARELLI, 1777. (ANTINORI, *Collezione,* Tome III, vol 5, pp. 3 — 129) VOLTA constate que la proportion est différente selon la provenance du gaz inflammable. Avec le gaz dégagé par la limaille de fer et l'acide vitrique il obtient, pour la proportion la plus favorable à la détonation: un volume de gaz contre deux volumes d'air, tandis que le gaz inflammable, recueilli en remuant avec un bâton la vase des marais du Lago Maggiore, exigeait 8, 10 à 12 fois son volume d'air. Il n'hésite pas à distinguer ces deux airs inflammables en donnant au dernier le nom d'*Aria infiammabile nativa delle Paludi.* Dans la *Lettera Terza,* datée du 15 mai 1777, de son Mémoire: *Sopra alla costruzione d'un Moschetto e d'una pistola ad aria infiammabile, Lettere tre dirette al Signor* MARCHESE FRANCESCO CASTELLI, il remarque qu'après l'explosion, dans un réservoir fermé, d'un mélange d'air inflammable avec 8 volumes d'air commun il avait disparu un peu plus que le volume d'air inflammable. Après avoir ajouté un volume d'air inflammable au résidu, une nouvelle explosion diminua de nouveau le volume restant. Finalement après une troisième explosion, il trouve qu'avec les trois volumes de gaz inflammable il avait disparu un volume d'air. Dans sa lettre à PRIESTLEY *Sopra un nuovo Eudiometro,* datée du 2 septembre 1777 (ANTINORI, *Collezione,* T. III, vol. 5 p. 177 — 193, *Journal de* ROZIER, novembre 1778, p. 365) il constate que le mélange d'air inflammable, qui donne la plus forte détonation, est aussi celui qui donne un résidu phlogistiqué (privé d'oxygène) autant qu'il peut l'être, et il donne pour la proportion requise à cet effet: quatre mesures d'air inflammable sur 11 d'air commun.

[3]) Dans ses articles intitulés: *Prüfung der neuern Theorien über Feuer, Wärme, Brennstoff und Luft.* GREN's *Journal der Physik,* Bd. I. p. 3, I Bd. II. p. 295 et Bd. III. p. 437.

Digitized by Google

XXI.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

9 juin 1801.

La lettre se trouve à Milan, R. Ist. Lombardo.
La minute se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
La lettre fait suite à une autre que nous ne connaissons pas.

Harlem ce 9 juin 1801.

à M. le Prof. VOLTA.

Mon cher Monsieur.

Mon devoir m'obligeant de vous faire parvenir le programme ci-joint, je me rappelle, à cette occasion à votre souvenir. Je vous ai écrit il y a un an, a l'occasion de l'envoi du programme de l'année passée mais je n'y ai pas reçu votre reponse: peut etre ma lettre ou votre reponse sera perduë.

Vous verrez dans ce programme, quel part je prens à votre decouverte de la Colonne galvanique, et comment je m'interesse à y fixer l'attention des Physiciens [1]). J'en attens vraiment des decouvertes tres interessantes. Jusqu'ici je n'ai pu m'occuper avec les effets de la colonne comme j'ai bien desiré. J'ai repeté cependant avec la colonne la plupart des experiences qui sont venus à ma connaissance. J'en ai eu le plus d'effet en employant l'acide sulfurique étendu avec 6 parties d'eau. Il paroit qu'a mesure qu'un des metaux s'oxide plus promptement l'effet est plus fort.

Digitized by Google

J'avoue que j'en comprens fort peu jusqu'ici, et j'en doute beaucoup si les phenomenes de la colonne dependent uniquement de l'inequilibre electrique.

J'espere que la question proposée par nôtre societé me donnera bientot l'occasion de voir ce point principal éclairé ou decidé. Vous vous rappellerez encore mon cher Monsieur! que vous m'aviez promis autrefois un Memoire sur le galvanisme pour être publié par notre société [2]). Je serois très charmé si la question proposée pourroit vous engager à satisfaire à ce desir que j'ai eu depuis longtems, que les memoires de la société fussent enrichis par un de votre main.

Le grand nombre de lettres, que je dois écrire dans ce moment m'empeche de vous entretenir sur d'autres sujets. J'espère que celle ci vous engagera en attendant de me communiquer de vos nouvelles, qui me sont toujours agreables et auxquelles je ne manquerai pas de repondre alors par une lettre plus étendue.

Agreez les assurances de ma parfaite consideration et de mon devouement sincere.

M. VAN MARUM.

NOTES.

[1]) Le Programme de la Société batave (hollandaise) des Sciences pour l'année 1801 contient, parmi les questions mises au concours, la suivante:

Peut-on expliquer suffisamment les effets de la colonne galvanique de VOLTA par les loix ou les propriétés connues de l'électricité, ou faut-il en conclure l'existence d'un fluide particulier et distinct du fluide électrique? Quels sont de plus les nouveaux faits que cet appareil a fait connaître et à quelles expériences peut-il être employé? (*Annales de Chimie,* T. XXXIX, p. 222).

[2]) Voir les lettres XVI (p. 109), XVII (p. 124), XVIII (p. 126) et XIX (p. 128).

Digitized by Google

XXII.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

29 août 1801.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à la lettre XXI.

à Côme en Milanois ce 29.e Août 1801.

Mon cher Monsieur.

J'ai reçu les années passées et cette année-ci vos lettres avec les programmes de la Société Batave des Sciences, dont je vous remercie et vous fais mes excuses de n'y avoir pas repondu pour le passé: les circonstances et les troubles ont été la cause de ce defaut. Mais enfin il faut vous écrire quelque chose, et voila que je le fais à la veille d'entreprendre un voyage par Geneve à Paris avec mon collegue BRUGNATELLI Professeur de Chymie à l'Université de Pavie. Je compte être de retour à Côme ma patrie, et passer ensuite à Pavie vers la fin de 9bre: ainsi ma demeure à Paris ne sera pas bien longue.

Je montrerai là, et à Geneve des expériences, qui finiront la question, qui me paroit bien étrange, sur l'identité ou la diversité du fluide électrique et galvanique. Vous dites vous-même, que vous n'y voyez pas clair; et votre Société a proposé pour le prix de cette année une telle question. Je pourrois bien lui envoyer un écrit pour la résoudre, mais comme je crois, qu'elle le sera par la publicité de mes expériences, et de mes explications, avant que le tems pour ouvrir

Digitized by Google

les Mémoirs et decerner le prix, soit écoulé, et que je me suis deja lévé contre la prétendue diversité des dits fluides avec un écrit, qui doit être déjà publié dans les Annales de Chymie et qu'un autre Mémoir dans lequel je prens à tâche de detruire tous les doutes et les objections, va paroitre, je crois qu'il seroit hors de lieu de me presenter au concours. Cependant si vous croyez, que quelques expériences tranchantes puissent être reçues et admises de la Société pour un tel concours, je vais vous les decrire brievement ici (pour que vous en fassiez l'usage convenable); auxquelles j'en ajouterai d'autres que je vous propose d'executer avec votre grande machine.

Ayez une grande jarre électrique, au moins d'un pied quarré d'armure, et de verre mince, et que le fil métallique qui communique à l'armure intérieure soit tout d'une piece. Une chaine, ou autre arrangement où il y eût quelque part l'interruption d'$_{\frac{1}{100}}$ de ligne seulement empecheroit la très-foible charge, qu'on va donner à cette jarre, et sur-tout sa decharge, ou la retarderoit au moins assez pour qu'elle ne put produire de secousse sensible.

Faites toucher un instant le fil ou crochet de cette jarre d'une des extrémités de mon appareil (soit celui à colonne, soit celui à couronne de tasses) tandis qu'une de vos mains humide empoigne le ventre de la jarre, et l'autre tient plongé un doigt dans une tasse d'eau qui communique pas une lame de métal à l'autre extremité du même appareil: la jarre se chargera à l'instant, et sa charge se trouvera montée au même degré ou tension de l'appareil; qui est d'un degré de mon electromètre à pailles minces, lorsque cet appareil est de 60. ou 70. couples métalliques d'argent et de zinc, ou de cuivre et zinc; de 2. degrés lorsque ces couples ou plateaux doubles vont au nombre de 120. à 140. etc.

Avec cette jarre ainsi chargée vous pouvez faire donner

Digitized by Google

à un bon conducteur des signes très-forts à l'électromètre, des étincelles plusieurs fois de suite, tout comme si vous l'aviez chargée au même degré avec quelques étincelles d'un électrophore, avec quelques tours d'une machine électrique ordinaire, ou autrement.

Voila donc que la quantité d'électricité que fournit un tel appareil dans un tems très-court, dans un $^1/_8$ de seconde par exemple qu'a duré son contact avec la jarre, est assez considérable. Mais nous verrons combien elle l'est encore plus qu'il ne paroit par cette premiere expérience, faisant les memes épreuves avec des Batteries de 10. pieds quarrés de 20. 30. etc., lesquelles seront chargées de même par un contact presqu'instantané du meme appareil; et avec une telle charge d'1. degré, ou de 2. pourront donner une secousse très-forte aux bras, etc.

Il faut pour que ces expériences reussissent, que toutes les armures intérieures des jarres, qui construisent la batterie, soient bien unies ensemble sans laisser la moindre interruption, comme j'ai deja fait observer et que de même toutes les armures exterieures le soient entr'elles, et par des communications entierement métalliques. Il faut aussi que les attouchements se fassent par des conducteurs parfaits, par des métaux. La quantité de fluide électrique, qui forme la charge d'une grande batterie de 1. à 2. degré est bien grande; elle est égale à celle de 20. 30. 40 étincelles d'un bon Electrophore, qui chargent la même batterie au même degré; et cependant toute cette quantité est fournie par mon appareil en moins d' $^1/_4$ de minute seconde; et je ne doute pas que dans un tems si court ce même appareil chargeroit au même point une batterie de 40. 60. 100. piés quarrés. Or quelle est la machine électrique, qui en fourniroit autant? Il n'est donc pas surprenant, que par son action continuelle mon appareil qui fournit si abondamment le fluide électrique, produise une

Digitized by Google

rapide calcination des fils métalliques, et même des fusions, comme elles sont produites par les décharges des grandes batteries quoique foiblement chargées. Le courant électrique continuel mu par mon appareil est à chaque instant, ou en un tems donné, aussi copieux que celui de la decharge d'une grande batterie, et l'est beaucoup plus que le courant mu par l'action soutenuë d'une bonne machine électrique. Il n'est donc pas surprenant qu'on ne puisse pas obtenir par celui-ci la decomposition de l'eau, et l'oxidation des fils métalliques, qu'on obtient avec celui-là, qui équivaut à des puissantes decharges repetées de grandes bouteilles ou batteries.

Cependant je crois qu'on puisse obtenir quelque chose de ces effets directement avec une machine électrique, sans decharge de bouteilles, avec le simple courant excité et entretenu par une de ces machines bien active et grande; et je vous propose d'essayer avec la vôtre du Museum Teylerien. Il suffit qu'elle fournisse à chaque instant, autant qu'un de mes appareils, qu'elle puisse par ex. charger à un degré une jarre d'un pied quarré d'armure dans $^1/_8$ de seconde, etc.

En faisant l'expérience de charger ou la grande jarre, ou la batterie avec mon appareil de la maniere decrite ci-dessus, on reçoit déjà une secousse dans l'acte de la charge, comme si on la chargeoit à une autre batterie; une secousse à peu-près égale à celle qu'on obtient après par la decharge. Je suis avec les sentiments d'estime et d'amitié la plus parfaite

Votre très-humble

A. VOLTA.

Digitized by Google

XXIII.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

22 octobre 1801.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle fait suite à la lettre XXII.

Monsieur.

J'espère que vous aurez reçu la lettre, que je vous écrivis de Côme, ma patrie, avant de partir pour Paris, où je suis arrivé il y a à-peu-près un mois. J'ai montré ici mes experiences anciennes et nouvelles sur le Galvanisme, ou plutôt sur l'électricité métallique, et j'ai developpé mes principes et mes idées de maniere, que j'ai converti tous les Physiciens et Chymistes, qui nioient, ou doutoient de l'identité du fluide galvanique et électrique. J'ai porté la chose à une telle évidence et j'ai tellement dissipé toutes les objections, qu'il ne peut plus s'élever le moindre doute [1]). Ainsi je crois avoir satisfait d'avance à la question proposée par votre Société Hollandaise [2]), dans le programme, que vous avez eu la bonté de m'envoyer. Je ne lui enverrai donc aucun Memoire pour remporter le prix, auquel j'aurai pu aspirer, la question étant déjà resoluë et la verité reconnüe publiquement. On disposera du prix comme on voudra; mais votre Société et les autres Académies et tous les Physiciens ne pourront se refuser de me doner cause gagnée.

Cette lettre vous sera presentée par un Sçavant très-estimable d'Alemagne, cultivateur zelé de la Physique de l'histoire naturelle et de la Chimie, et auteur de quelques

Digitized by Google

ouvrages, qui lui ont fait beaucoup d'honneur Mr. PFAFF DE KIEL. Ces titres suffisent pour obtenir de vous, comme des autres savants un favorable accueil; mais j'espère que vous voudrez accorder quelque chose encore à ma recommandation et lui temoigner quelqu'attention de plus à mon égard. Lui encoré il fera quelque chose pour vous, et pour moi; il vous montrera mes expériences capitales; et comme il est entré entièrement dans mes idées et connoit a fond ma théorie, mes explications des phénomenes qui paroissent les plus difficiles, et les recherches ulterieures, que j'ai en vuë, il pourra vous mettre au fait de tout. Veuillez seulement lui permettre de se servir des machines du cabinet de TEYLER, ou de celles qui sont à vous, et lui aider à faire construire quelques appareils, dont il aura besoin pour quelque demonstration, particulierement pour celle de charger une grande batterie électrique par un contact très court d'un de mes appareils; de la charger au mème degré de *tension* que deploye l'appareil lui-même c-à-d. d'1. degré de mon électrometre a pailles, si cet appareil est composé d'environ 60. bonnes couples métalliques, de 2. degrés, s'il est composé de 120. etc.: avec laquelle chargé la dite batterie, qui ait au moins 10. pieds quarrés d'armure, vous donnera une bonne secousse, etc.

Outre les expériences décrites qu'il a appris de moi, Mr. PFAFF pourra vous montrer des écrits, qu'il m'a copiés. Enfin il aura de quoi vous entretenir long-tems.

Je ne vous entretiendrai donc plus moi, content de vous saluer, et de me repeter avec les sentiments que vous connaissez

Monsieur,

Votre très-humble serviteur et tres affectionné Ami

A. VOLTA.

à Paris le 22. Octobre 1801.

Digitized by Google

NOTES.

[1]) Quelques jours après avoir écrit cette lettre, le 6 novembre 1801, VOLTA assista à la séance de la classe de physique et mathématique de l'Institut, où il lut le mémoire inséré dans les *Annales de Chimie*, Tome XL, p. 225.

Dans la collection VAN MARUM on trouve, joint à la lettre de VOLTA du 22 octobre 1801, le N°. 2146, du 18 brumaire an 10 de la République, du *Journal des défenseurs de la Patrie, contenant le Bulletin Politique, les Actes du Gouvernement, les Séances du Corps Législatif, etc.*

On y lit à la page 4, ce qui suit:

„Dans la séance de l'institut, du 16, le célèbre VOLTA a lu le résultat de ses expériences sur le galvanisme, qui prouve l'identité de ce fluide avec celui de l'électricité. Après la lecture de son mémoire, entendu avec le plus vif intérêt, le premier consul, présent à la séance, a proposé de décerner à ce savant une médaille d'or destinée à servir de monument à cette découverte importante qui jettera probablement un nouveau jour sur la physique. Il a aussi proposé de faire répéter en grand, par une commission nommée dans le sein de l'institut, toutes les expériences relatives au galvanisme."

Comme on sait, la proposition de Bonaparte fut adoptée.

[2]) Voir la note 1 de la lettre XXI.

Digitized by Google

XXIV.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

29 novembre 1801.

La lettre se trouve à Milan, R. Ist. Lombardo.
Elle a été publiée par VAN MARUM [1]).
Elle est la réponse aux lettres XXII et XXIII.

Monsieur!

M. PFAFF, arrivant ici, dans son retour de Paris à Kiel, e 8 Nov. m'apporta vôtre lettre du 22 Octob. par la quelle vous me proposez de faire avec lui quelques expériences en grand, avec les appareils connus du Museum de Teyler, sur l'électricité metallique de la colonne, dont vous êtes l'Inventeur, et qui a été nommée, par quelques Physiciens, *Colonne Galvanique.* J'acceptai d'abord cette proposition, qui m'étoit d'autant plus agréable dans ce moment, puisque j'avois repris, depuis quelques jours, mes recherches sur l'électricité de vôtre colonne, suivant l'esquisse d'une theorie, que je m'en étois formé, et que je fis voir à M. PFAFF. Quoique j'étois prèsque convaincu, après ce que j'avois vu moi meme des effets d'une large colonne, en Juillet, et après ce que vouz m'avez fait le plaisir de me communiquer de vos expériences, par vôtre lettre du 29 Aout, que l'action de la colonne est purement électrique, ma theorie de ces effets differoit cependant en plusieurs points de la vôtre, que M. PFAFF m'a fait le plaisir de me communiquer, comme vous lui aviez demandé. Desirant toujours de faire servir les appareils, qui sont sous ma direction, autant qu'il m'est possible,

Digitized by Google

au progrès de sciences, j'engagai M. PFAFF, suivant vôtre recommandation, et aprês avoir reconnu son zèle et son intelligence, de passer quelques jour ici, afin d'examiner avec moi, par les appareils du Museum de Teyler, et en faisant les experiences aussi en grand que possible, vôtre theorie et la mienne sous tous leurs rapports. Nous y avons employé dix jours entiers. La construction des nouveaux appareils, que nous jugeames necessaire, et une autre circonstance ont causé une interuption de 3 jours. Ayant fini nos experiences le 20me, et M. PFAFF étant parti le lendemain, je m'en vais vous en communiquer les resultats.

Je commencerai par le detail de l'experience, que vous m'avez recommandé particulièrement, c. a. d. celle de la *charge d'une grande batterie par un contact très court de la colonne.*

Nous y employames une partie de la grande batterie de Teyler, composée de 100 verres, dont chacun contient $5\frac{1}{2}$ pieds quarrés de surface armée, dont vous trouvez la description dans la seconde continuation de mes experiences faites avec la machine electrique Teylerienne, page 194. Doutant, si l'épaisseur du verre de cette batterie, qui a en general à-peu-près 1 ligne, pourrait mettre obstacle à la charge par l'electricité d'une tension si foible, que celle de vôtre colonne, nous examinames premièrement la charge d'un seul verre de cette batterie par une colonne; ce qui reussit d'abord parfaitement. Mais comme parmi les verres de cette batterie il y en a quelques uns plus épais, nous examinames la charge de 26 verres, chacun séparement, dont un seul ne se chargeoit pas, bien problablement à cause de la trop grande épaisseur du verre. Ayant alors 25 verres, qui se chargeoient bien, chacun séparement, par la colonne, nous en composames premièrement une batterie de 4 verres, et la chargeames par une colonne de 200 paires metalliques d'argent

Digitized by Google

et de zinc. Les pieces d'argent, que nous y employames, sont nos monnoies de 3 florins, qui ont à-peu-près 1 1/2 pouces de diamètre, et l'électromètre, par le quel nous examinames les tensions, est celui de BENNET, fait avec beaucoup d'exactitude, dont nous trouvames la marche très réguliere. En examinant la charge de la batterie de 4 verres, par la colonne entière, nous observames, qu'un seul contact aussi court que possible suffisoit pour charger la batterie à la même tension, que celle de la colonne, qui portoit l'écartement des feuilles d'or de l'électromètre de BENNET à 5/8 pouce. Nous composames alors une batterie de 9 verres, et nous aggrandimes celle-ci jusqu'à 16. Ayant observé, que l'une et l'autre furent chargées par un seul contact très court de la colonne à la même tension de celle-ci, nous aggrandimes enfin la batterie jusqu'à 20 verres, qui contiennent ensemble 137 1/2 pieds quarrés de surface armée. Cette batterie fût chargée, par un seul contact aussi court que possible de la colonne, exactement à la même tension, qui fit écarter les feuilles d'or de l'electromètre de BENNET à 5/8 pouce. Après ces expériences si bien reussies, par les quelles nous avons vu 25 verres de 5 1/2 pieds quarrés de surface armée se charger, par un seul contact si court que possible de vôtre colonne, aussi bien qu'un seul verre, il nous restoit peu de doute, que nous aurions pu charger également la batterie entière de Teyler, contenant 550 pieds quarrés de surface armée, par un seul contact de vôtre colonne, et nous l'aurions examiné en effet, si le tems, que cette expérience auroit exigé dans cette saison, vu l'humidité de l'air, et la necessité de transporter la batterie dans un apartement, où l'on peut faire du feu, ne nous en eut retenu; d'autant plus, que M. PFAFF étoit obligé de partir dans peu de jours, et qu'il nous restoit un grand nombre d'expériences à faire, que nous jugeames plus interressantes dans ce moment. Si vous jugez

Digitized by Google

cependant, que la charge de la batterie entière de Teyler est réellement interessante, je m'offre à la faire dans une saison plus convenable.

Ayant observé la charge de la batterie de 137 1/2 pieds quarrés par un seul contact de la colonne entière, nous examinames la charge de la même batterie par une partie moins ou plus grande de la même colonne, l'ayant pourvu pour cet effet de crochets, soudés aux plaques de zinc, que nous avions placé à chaque vingtième paire, pour y appliquer commodement le fil metallique isolé, par le quel nous mimes la batterie en contact avec la colonne. En commençant en bas, nous donnames a la batterie, par les moyens décrits, un contact à la quarantième paire, qui est la première, à la quelle l'écartement de l'électrometre de BENNET est distinctement sensible. D'abord nous observames, après le premier contact si court que possible, que la batterie étoit chargée à la même tension que la colonne, qui donne à l'electromètre l'écartement d'une ligne. Nous donnames ensuite à la batterie des contacts très courts avec la soixantième, la quatre-vingtième, la centième, la cent-vingtième, la cent-quarantième, la cent-soixantième, et la cent quatre-vingtième paire, et nous observames après chaque contact la charge de la batterie. Dans toutes ces expériences la batterie fût chargée à la même tension, que celle que nous observames en mettant l'électromètre en contact à la même hauteur de la colonne, ou avec la même paire, avec la quelle la batterie avoit été en contact.

La colonne, avec la quelle nous chargeames cette batterie, ayant, dans les paires metalliques, l'argent en bas et le zinc en haut, avoit par conséquent l'électricité positive en haut, et la donna à la surface intérieure de la batterie: puisque nous fimes le contact de la colonne en haut. Nous inversames alors la colonne, tellement que l'argent des paires metalliques

Digitized by Google

étoit en haut et le zinc en bas, et nous repetames, avec cette colonne inverse, les même expériences à différentes hauteurs de la colonne, aussi bien qu'avec la colonne entière. Dans toutes ces expériences nous observames de nouveau, que la batterie fût constamment chargée par un seul contact à la même tension, que celle de la colonne.

Nous procedames ensuite à essayer les secousses ou sensations, que nous causa la decharge de la batterie, chargée à differentes hauteurs de la colonne; nous employames pour cet effet deux conducteurs de cuivre de 2 pouces de diam:, que nous tinmes dans nos mains mouillées. En commençant par la decharge de la batterie, chargée à la vingtième paire de la colonne, nous sentimes, très distinctement, le passage du courant du conducteur dans la main, et de l'autre main dans le conducteur. Mon ami VAN DEN ENDE, cultivateur zèlé de la Physique, demeurant ici, qui assista à la plûpart des expériences, mentionnées ci-dessus, sentoit le courant jusqu'aux carpes. Nous continuames à éprouver, de la même manière, les sensations ou les secousses des decharges de la batterie, chargée par 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 et 200 paires, et nous sentimes, comme il étoit à attendre, l'effet de la decharge de la batterie sur nos corps s'augmenter, à mesure que la batterie étoit chargée par un plus grand nombre de paires metalliques. La batterie étant chargée par 48 paires, nous sentimes de vraies secousses aux carpes; d'une charge par 60 paires les secousses étoient trés sensibles aux coudes, et elles augmentoient graduellement, à mesure que la batterie étoit chargée par un plus grand nombre de paires, et quand elle étoit chargée par la colonne entière de 200 paires, les commotions s'étendoient jusqu'aux épaules avec beaucoup de force.

Les commotions de la batterie n'avoient pas cependant la même force que celles de la colonne, par la quelle elle

Digitized by Google

fut chargée. Nous avons estimé la force de la commotion d'une charge par la colonne entière de 200 paires égale à celle de la commotion d'une colonne de 100 paires, et qu'en general les commotions par les decharges de la batterie étoient à peu près égales aux commotions des colonnes, qui avoient la moitié de celles, par les quelles la batterie étoit chargée. Il seroit bien superflu de vous entretenir sur les causes, qui rendent necessairement les commotions des decharges de la batterie, quoique chargée aux mêmes tensions que la colonne, moins fortes que celles des decharges de la colonne même, puisqu'elles se presenteront d'abord à vous, et à tous ceux qui ont fait de l'électricité une étude particulière.

Après avoir poursuivi les expériences susdites, jusqu'à ce qu'il nous eut paru, qu'il ne restoit plus rien à desirer à cet egard, j'ai placé à côté de la batterie decrite de 25 grands verres, la machine électrique Teylerienne d'un plateau de 31 pouces de diametre (ayant la nouvelle construction, dont j'ai donné la description en 1791 dans une lettre à M. INGENHOUSZ, inserée dans le Journal de Physique de Juin 1791, vol. 38, pag. 447, et qu'on trouve aussi dans la seconde continuation de mes experiences, faites avec la grande machine Teylerienne, pag. 292) afin d'essayer, combien de contacts du conducteur de cette machine seroient necessaires, pour charger cette même batterie à la même tension. Cette experience demandoit des soins particuliers, pour prevenir, que le contact du conducteur ne donnat plus d'électricité à la batterie, que l'action de la machine en fournissoit pendant ce contact: car il est clair, que si nous avions mis la batterie pour un moment en contact avec le conducteur de la machine, par le moyen d'un gros fil metallique isolé, dont un bout touchoit bien l'interieur de la batterie, alors en approchant l'autre bout de ce fil isolé du conducteur, celui-ci en auroit

Digitized by Google

reçu une forte étincelle, qui auroit fourni à la batterie toute la quantité du fluide électrique, que l'action de la machine avoit accumulé dans le conducteur, pendant un tems trop considerable, p. e. pendant un tour du plateau; tandis que la question étoit de voir ce que l'action de la machine pourroit fournir à la batterie pendant le tems d'un seul contact. Pour bien examiner ce qui en étoit, j'ai donné communication au conducteur avec le fond, en y mettant un doigt, et je me suis exercé à retirer mon doigt exactement au même moment, que je mettois le gros fil metallique susdit en contact avec le conducteur. Après en avoir acquis l'habitude, de manière que nous étions bien surs, que le contact du conducteur par le fil susdit n'en prenoit pas plus de fluide, que celui que l'action de la machine fournissoit dans le moment de ce contact, nous observames, si un seul contact du conducteur donnoit à la batterie une charge, que l'electrometre pourroit indiquer. N'en voyant aucun indice, nous examinames, combien de tels contacts étoient necessaires, pout donner à la batterie une charge égale à celle, qu'elle avoit reçue par un seul contact de la colonne, et nous observames, en repetant plusieurs fois cette experience, que six contacts susdits du conducteur chargeoient la batterie à la même tension, qu'un seul contact de la colonne. Or j'ai fait voir dans ma description de cette machine, par des experiences décisives (seconde continuation pag. 326, et Journ. de Phys. vol. 38 pag. 455) que sa force equivaut à-peu-pres la moitié de la force, que la grande machine avoit dans son premier état: d'où il s'en suit, que vôtre colonne, à la hauteur de 200 paires metalliques, fournit, pour charger une batterie à la tension indiquée, trois fois autant de fluide électrique, que la grande machine à pu fournir dans son premier état, depuis 1785—1789. Mais comme la grande machine électrique a gagné beaucoup en force, surtout pour

Digitized by Google

la charge des batteries, par les frottoirs de la nouvelle construction, que j'y ai fait appliquer en 1790, comme aussi par l'emploi de l'amalgame de KIENMAYER, tellement que j'ai trouvé en Mars 1790, en chargeant iterativement la grande batterie de 550 pieds quarrés de surface armée, jusqu'au plus haut degré, que le verre a pu souffrir, par 90 tours de plateaux, que sa force étoit alors cinq fois plus grande que celle, qu'elle avoit en son premier état pour charger des batteries (seconde contin. pag. 216, & lettre à M. LANDRIANI dans le Journal de Physique 1791, vol. 38, pag. 109). D'où il s'en suit, que, suivant les experiences susdites, la force, que vôtre colonne a pour charger des grandes batteries, et la force, que la grande machine Teylerienne a actuellement, pour les charger à la même tension, se trouveront dans la raison de 3 : 5. — J'aurois essayé la raison de la force de vôtre colonne, et celle de la grande machine pour les charges susdites, par une experience directe, si la saison actuelle l'eut permis. Mais le Museum de Teyler, où l'on ne peut pas faire du feu, étant bati malheureusement sur un terrein très humide, je suis obligé de differer cette experience jusqu'au printems, lorsque la sécheresse de l'atmosphère en aura dissipé, en grande partie, l'humidité si nuisible aux effets de cette machine.

Nous nous occupames enfin à comparer les sensations, ou les secousses, que donnoit la decharge de la batterie, chargée à differentes tensions par les contacts susdits du conducteur de la machine electrique, avec celles des charges de la même tension par la colonne, et les experiences bien reiterées nous ont entièrement convaincu, qu'il n'y a aucune difference perceptible entre les sensations où les secousses, que donnent les decharges de la batterie, soit qu'elle soit chargée par la machine ou par la colonne, pourvu que les tensions de la charge soient égales. Nous croyons donc avoir

Digitized by Google

poursuivi cette experience aussi loin, et avec autant d'exactitude, qu'on pourroit le desirer; et comme les effets de la charge d'une batterie si considerable, par votre colonne et par une machine électrique vigoureuse, sont sous tous leurs rapports absolument les mêmes, nous nous flattons d'avoir prouvé, par une experience en grand, l'identité du courant du fluide mû par vôtre colonne, et de celui qui est mû par une machine électrique, d'une maniere si décisive, que personne, dont l'esprit n'est pas trop préoccupé par des prejugés ou par des opinions contraires, ne pourra plus douter, à l'avenir, de l'identité des courants de ces deux appareils. Nous nous flattons donc d'avoir porté le dernier coup au *Galvanisme* ou à l'action d'un fluide particulier, trop légèrement supposée, dans vôtre colonne. Ces experiences, jointes aux vôtres, me paroissent de plus rendre fort douteux, ou plutôt nier entierement, l'action d'un fluide particulier, soit disant *Galvanique*, dans toutes les autres expériences, nommées *Galvaniques*: puisque sitôt qu'on avoue, que l'action de vôtre colonne, produite par le contact de deux metaux qui se touchent, quand on l'examine en grand comme nous l'avons fait, paroit évidemment être purement électrique, toutes les autres expériences, nommées *Galvaniques*, se laissent expliquer également, par l'action de deux metaux differens, ou de deux substances differentes, qu'on y employe; et il ne reste, par consequent, aucune raison de supposer l'action d'un fluide particulier, dont l'existence a été trop legérement adoptée. Il est donc à espérer, que quelques Medecins Allemans reviendront bientôt de leurs theories, trop hasardées, sur l'action d'un fluide nommé *Galvanique* dans le corps humain, comme dans le corps animal en general; puisque ces mêmes theories, si on les eût suivi pour en deriver de nouveaux moyens de guérir des malades, auroient eu probablement de funestes suites.

Digitized by Google

Mais pour revenir à la colonne, qui porte si justement vôtre nom: comme nous voyons, que son action, examinée en grand, est *purement électrique*, il est clair, que son juste nom est *Colonne Electrique.* J'espère donc, que les Physiciens s'accorderont à nommer à l'avenir vôtre appareil, à l'honneur de son Inventeur, *la Colonne Electrique de* VOLTA.

Vous voyez Monsieur! par ce que je viens de vous écrire, que je suis bien revenu de mon opinion, que je vous ai communiquée par ma lettre du 9 Juin dernier, en vous envoyant le programme de nôtre Societé. Je vous écrivis alors, »Je doute beaucoup, que les phénomenes de la colonne »dependent uniquement de l'inequilibre électrique": et mon doute a donné alors occasion à ce que la Societé des sciences a proposé, le 23 Mai dernier, la question. »Peut-on expliquer »suffisamment la colonne de VOLTA par les loix ou les pro»prietés connues de l'électricité, ou faut il en conclure l'exis»tence d'un fluide particulier et distinct du fluide électrique." — L'experience de trois membres de l'Institut national, FOURCROY, VAUQUELIN & THENARD, (decrite dans la notice des travaux de la classe des sciences Mathematiques et Physiques, pendant le 2me trimestre de l'an 9,) me parût imposante dans ce moment, et me fit près que supposer un fluide particulier, qui jouoit quelque rôle dans vôtre colonne: puisque je ne savois pas expliquer autrement le résultât de cette expérience; mais ce que j'ai vu en Juillet et Aôut me fit deja révoquer fortement en doute cette supposition, et ce que j'ai vû à présent moi même, me l'ont fait rejetter entièrement.

Les experiences, que je viens de vous communiquer, ont prouvé de plus en grand, et d'une manière bien decisive, un autre point capital de vôtre colonne: savoir que le courant, mû par vôtre colonne, a une vitesse enorme et qui surpasse toute nôtre imagination: ce qui est prouvé particulièrement par la charge d'une batterie si étendue, ayant

Digitized by Google

137½ pieds quarrés de surface armée, qui se fit par votre colonne, jusqu'à la même tension qu'elle avoit, par un contact aussi court que possible du fil communicateur, — par un contact, qui n'aura pas duré $^1/_{20}$ seconde. Après cette experience il n'est certainement pas étonnant, que vôtre appareil par son action continuelle produise des effets, dont on n'a pas vu de pareils en employant des machines électriques ordinaires, p. e. la prompte décomposition de l'eau. Certainement aucune autre machine électrique connuë, excepté nôtre grande Teylerienne, pourra fournir un courant continuel, qui égale de loin celui de vôtre colonne. — Et c'est par cette raison, qu'elle est un moyen puissant de produire plusieurs effets, qui peuvent contribuer beaucoup aux progrès de la Physique.

La dernière consideration m'a animé à faire des efforts, pour augmenter la force de vôtre colonne. Dès le commencement j'ai eu soin de mieux isoler la colonne, qu'on n'a fait ordinairement. Pour cet effet je l'ai placée sur un disque de gomme-lacque, et je la tiens dans sa position verticale par des batons de cire à cacheter de 2 pouces de longueur, placés horizontalement, et fixés à quatre stiles de bois, qui entourent la colonne. Ces batons de cire à cacheter ne sont pas attachés aux stiles mêmes, mais à des batons cylindriques de bois, passant par des troux horizontaux dans les stiles, à 4 pouces de distance entre eux, et s'y tiennent à frottement; ce qui donne la commodité, que le même assis, qui consiste seulement dans les stiles susdits, fixés en haut et en bas à des planches quarrées de 12 pouces, peut servir à bien isoler des colonnes de très differens diamètres. C'est au bon isolement de mes colonnes dans l'appareil decrit, que j'attribue en grande partie, qu'elles font plus d'effet, que la plupart de celles des autres Physiciens, dont j'ai lu

Digitized by Google

ou entendu les effets. M. PFAFF lui même étoit surpris du grand effet de la premiere colonne, que nous composames de monnoyes de 3 florins d'Hollande, de plaques de zinc du même diametre d' $1\frac{1}{2}$ pouces, et de morceaux de drap trempés dans une solution saturée de muriate d'ammoniaque. — Nous avons vu une fois le bout d'un fil de fer marqué N°. 16 dans le commerce, qui à $\frac{1}{240}$ pouce de diamètre, rougi à la longueur d'une ligne, et fondu même à l'extremité, par une colonne de 60 paires. Pour prouver, que l'isolement est bien necessaire pour avoir le plus grand effet de la colonne, nous y avons placé a côté une bande de carton humide, et son effet étoit d'abord considérablement diminué. La commotion d'une colonne de 200 paires, isolée de la manière susdite, affecte tout le corps de celui qui la prend, et est si violente, que personne, qui l'a éprouvé, n'aime à la prendre une seconde fois. Je ne parlerai pas de ses autres effets considerables, puisque j'ai tant d'effets à vous communiquer d'une plus large colonne, que nous avons construite.

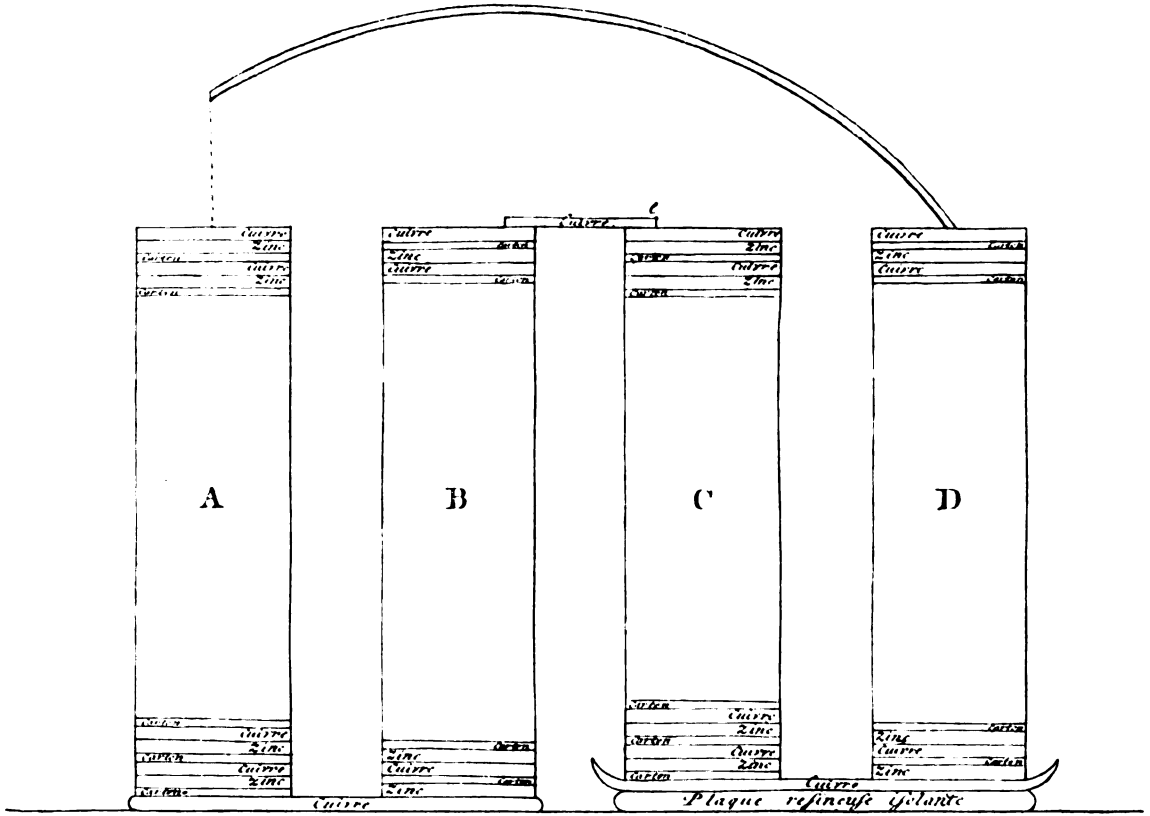
D'abord que j'avois lu, dans le moniteur du 5 Messidor, les experiences de FOURCROY, VAUQUELIN &c., sur la fusion du fil de fer par des larges plaques de cuivre et de zinc, je me fis faire 32 de telles plaques de cuivre et autant de zinc de 5 pouces, précisement quarrées, pour en faire, à leur exemple, des colonnes de 10 pouces de largeur, en mettant quatre plaques de 5 pouces en quarré, de manière que toutes elles se touchoient duement. De cette manière j'avois une colonne de 8 paires metalliques de 10 pouces de largeur, que je decomposai peu après, pour en faire une colonne de 32 paires, qui avoit 5 pouces de largeur. J'ai eu soin de faire les surfaces de ces plaques bien planes, afin qu'elles se touchent bien. J'ai trempé le drap des deux colonnes dans la même solution saturée de muriate d'ammoniaque. L'effet de la colonne de 32 paires de 5 pouces

Digitized by Google

de largeur surpassoit de beaucoup celui de la large colonne de 10 pouces. J'ai reussi, en Août, à fondre entièrement en globules 5 pouces du fil de fer N°. 16 de $^1/_{240}$ pouce de diametre, et d'en faire rougir 7 pouces. Le bon effet de cette colonne de 32 paires à 5 pouces de largeur m'engagea à l'aggrandir jusqu'à cinquante: mais cette colonne ne répondoit point du tout à mon attente, puisque son effet étoit plus foible que celui de 32 paires; ce que j'attribuois alors à ce que l'ouvrier n'avoit pas fait les dernières plaques si planes que les précédentes. Je les fis applanir, et y ajouter encore une vingtaine de paires métalliques, pour avoir une colonne de 70 paires. Elle étoit prête, lorsque M. PFAFF vint chez moi. Desirant tous deux de voir l'effet de vôtre colonne aussi en grand que possible, je fis augmenter le nombre de ces plaques pendant son sejour ici. Nous commençames à en construire une grande colonne, le 20 Nov., et aggrandissant la colonne nous nous proposames d'essayer, en quelle raison s'augmentoit son effet. Lorsqu'elle avoit vingt cinq paires, le fil de fer N°. 16 fut fondu à 4 pouces de longueur. Nous augmentames la colonne jusqu'à cinquante paires, et nous fumes alors bien surpris de voir, que son effet étoit beaucoup plus foible que lorsqu'elle avoit la hauteur de 25 paires. Ayant observé dans une expérience précédente, que les cartons trempés dans le muriate d'ammoniaque, que nous employames pour cette expérience, doivent être bien mouillés, pour avoir tout l'effet de la colonne, nous apperçumes d'abord, que la pression de la partie superieure de la colonne sur l'inferieure exprimoit trop les cartons de celle-ci, et les rendoit trop secs, pour en avoir un bon effet. En examinant ce qui en étoit, nous vimes d'abord nôtre soupçon confirmé par l'experience: car en separant 25 paires métalliques, ou la moitié superieure de la colonne de la moitié inferieure, nous observames, que la dernière ne

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

donnoit plus la moitié de l'effet, qu'elle avoit donné, avant que les 25 paires étoient placées dessus; tandis que la colonne de ces 25 paires superieures avoit la même force pour fondre du fil de fer, que la colonne inferieure avoit eu, avant que celle-ci y fût plaçée dessus. Cette experience nous convainquit donc d'abord de l'impossibilité de faire une colonne d'une hauteur considerable de ces larges plaques, qui ait un effet proportioné au nombre des plaques: vu que le poids des plaques exprime trop les cartons de l'inferieure partie de la colonne; ce qui est du moins le cas, quand les plaques ont une épaisseur un peu considerable. Les nôtres sont d' $1\frac{1}{2}$ à 2 lignes d'épaisseur, ayant suivi pour les 100 plaques de cette expérience l'épaisseur des plaques, dont FOURCROY et VAUQUELIN se sont servis, dans l'expérience mentionnée dans le Moniteur du 5 Messidor. Nous nous vimes donc obligés de recourir à d'autres moyens, pour employer d'une manière satisfaisante les plaques, que j'avois fait faire. Bientôt nous conçumes l'idée de diviser la colonne en plusieurs, de manière à en faire une chaine, pour ainsi dire, dans la quelle la combinaison des differentes colonnes fut facile et compendieuse, et avec la quelle on pût faire toutes les expériences beaucoup plus commodement, qu'avec une seule colonne d'une hauteur considerable. Le dessein ci-joint vous fait voir à la fois la construction et la disposition de ces colonnes, tellement que je le juge entièrement superflu d'en ajouter la description. J'en dirai seulement, que la plaque de cuivre inferieure des colonnes C et D, qui les combine, a tout-au-tour un bord, comme le dessein le représente, et qui sert à prevenir, que la solution du muriate d'ammoniaque, qui decoule des cartons trempés, ne mouille la plaque isolante, et ne detruise ainsi l'isolation de ces colonnes. Vous appercevrez d'abord, que les colonnes A. B. n'ont pas besoin d'être isolées.

Digitized by Google

De cette manière nous avons construit, M. PFAFF et moi, quatre colonnes communiquantes, ayant ensemble 110 paires. Pour en examiner l'effet, nous employames un fil communicateur, dont un des bouts touchoit une des colonnes extrèmes A ou D, et nous approchames l'autre bout de l'autre colonne. Lorsque nous voulumes examiner separement l'action des deux colonnes A, B, ou celle de C, D, nous ôtames la plaque de cuivre *e*, qui combinoit les colonnes A et C.

De ces colonnes nous avons observé les effets suivants.

1) Les colonnes A et B, ayant ensemble 50 paires de cuivre et zinc, ont fait fortement rougir, et fondre en grande partie, 8 pouces du fil de fer N°. 16.

2) Les colonnes C et D, ayant ensemble 60 paires, dont les plaques de cuivre sont plus minces, ont fait rougir 6 pouces. Nous attribuames le moindre effet de ces deux dernieres colonnes à ce que les cartons n'étoient pas duëment mouillés.

3) Les quatre colonnes unies ont fait rougir 12 pouces du même fil.

4) Comme il est très difficile, en employant de telles longueurs d'un fil de fer si mince, de bien toucher la plaque superieure de la colonne, sur tout son bord, ou l'effet est ordinairement plus grand, nous avons attaché des aiguilles aux fils, et nous avons pu toucher avec la pointe de l'aiguille, pendant perpendiculairement, la plaque à tout endroit desiré. Le fil ne se fondit pas cependant à la même longueur, que lorsque nous le fimes toucher immediatement à la plaque, quoique la difference ne fût pas très remarquable.

5) Nous examinames alors, s'il y a quelque difference bien sensible entre les étincelles, qui sortent ou qui entrent, comme quelques Auteurs ont pretendu. Pour cet effet nous employames une jatte, contenant du mercure, que nous combinames duëment par un fil de fer avec la plaque superieure d'une des colonne extrèmes, et nous approchames tantôt la

Digitized by Google

pointe d'une aiguille attachée au fil mince de fer, qui étoit fixé au bout du fil communicateur susdit, tantôt le bout moins pointu du fil communicateur même; nous transportames ensuite le mercure sur l'autre colonne extrême. Nous repetames plusieurs fois ce changement de l'experience, qui nous fit voir tantôt l'étincelle, qui sortoit du fil communicateur, et entroit dans le mercure, placé sur la colonne A, tantôt l'étincelle, qui sortoit du mercure, et entroit dans le bout du fil communicateur dessus D; mais aucun de nous deux, ni mon ami VAN DEN ENDE, qui y assista, a pu observer la moindre difference entre les étincelles sortantes (positives) ou entrantes (negatives) dans le fil conducteur. Dans ces deux cas nous observames des étincelles rayonnantes égales, qu'on auroit pu regarder comme des aigrettes électriques, si elles ne s'étoient pas présentées également des deux côtés. Il est évident, que les rayons apparens de ces étincelles ont été produits par la combustion du bout de fil de fer, ou d'aiguille, que nous y avons employé: puisque en employant, au lieu de ceux-ci, un fil de platine, qui ne subit aucune combustion, les étincelles n'avoient point de rayons perceptibles, ni de l'un, ni de l'autre côté.

6) Les dernières experiences ont donné occasion de voir un très beau phenomene, certainement très propre à attirer l'attention de chacun, et particulièrement de ceux, qui aiment les experiences physiques, pour en voir de beaux spectacles. Lorsque nous touchames la surface du mercure avec le bout d'un fil de fer mince, au lieu de l'aiguille, la combustion de l'extrémité de ce fil se fit avec tant de force, qu'elle dispersoit des étincelles de tous côtes, qui formoient des milliers de rayons apparens, réprésentant des très beau soleils de plusieurs pouces de diamètre. En baissant lentement le bout du fil de fer, à mesure qu'il fut dispersé par la combustion, nous avons pu continuer ce beau spectacle à volonté. On

Digitized by Google

le voit aussi de quelque manière, quand on touche le mercure avec la pointe d'une fine aiguille; mais alors il est de peu de durée, puisque la combustion cesse, sitôt que l'aiguille a perdu sa pointe.

Nous avons répété cette experience avec les fils N°. 16 d' $^1/_{240}$ pouce N°. 11 d' $^1/_{151}$ pouce et N°. 7 d' $^1/_{105}$ pouce de diamètre. N°.' 11 a donné ce jour la des soleils les plus grands et les plus brillans; quand la force de la colonne n'est pas si grande, il reussit mieux avec N°. 16.

7) Lorsque-nous prenions des fils trop èpais pour être fondus, on voyoit plus distinctement l'oxidation du mercure à sa surface par chaque étincelle; l'oxide y forma alors des taches de plus d'une ligne de diamètre.

8) L'extremité d'un fil de platine d'environ $^1/_{75}$ pouce de diamètre fut fondu et forma un globule.

9) Les étincelles sortant du bout du fil communicateur, quand celui-ci n'étoit pas trop mince, avoient plus d' $^1/_{10}$ pouce de diamètre.

Après ces expériences, qui font voir la grande force de cette colonne, nous en examinames *a*) les tensions; *b*) les commotions; *c*) les charges, qu'elle donnoit à la batterie.

a) Les tensions de cette colonne et de ses differentes parties, examinées par le simple contact de nôtre électromètre le plus sensible, et par le moyen du condensateur et d'un autre électromètre moins sensible, se presentèrent absolument les mêmes que celles de l'autre colonne d'argent et zinc de 1 $^1/_2$ pouce de diam: en comparant celles d'un nombre égal de paires.

b) Les commotions par un nombre égal de paires de deux colonnes étoient si égales, que la difference en étoit à peine sensible. —

c) Cette large colonne charge la batterie decrite de 137 $^1/_2$ pieds quarrés également que l'autre colonne, par un

Digitized by Google

seul contact, exactement jusqu'à la même tension, et les secousses d'une batterie chargée par cette large colonne sont absolument égales à celles de la même batterie, chargée à la même tension par l'autre colonne.

Il y a plusieurs circonstances à observer, pour avoir d'une large colonne le plus grand effet. Un point capital, dont nous avons vu, que le bon effet depend en grande partie, c'est le juste dégré d'humidité des cartons, ou d'autres substances, qu'on place entre les paires metalliques. Nous avons vu, que trop d'humidité est presque aussi nuisible que trop peu; et il est bien difficile d'obtenir le dégré d'humidité, qui est le plus avantageux. Une solution saturée et froide de muriate d'ammoniaque satisfait le mieux: nous avons vu par une expérience, qu'une solution chaude saturée, quoiqu'elle contienne plus de muriate d'ammoniaque, fait moins d'effet. Mais il paroit, qu'il y a d'autres circonstances jusqu'ici inconnuës, qui influent-beaucoup sur l'effet d'une large colonne, et le rendent plus ou moins inconstant. Je me propose d'en faire un sujet de recherches, afin de mieux reussir dans l'augmentation de la force de vôtre colonne en l'aggrandissant. Comme j'ai réussi à obtenir, dans le Museum de Teyler, la machine électrique la plus vigoureuse qui existe, et d'en avoir augmenté considerablement la force, surtout pour la charge des batteries, après avoir fait une recherche particulière de tout ce qui augmente ou diminue l'action des frottoirs, j'ai aussi quelque esperance, qu'une recherche suivie, et faite sur une assez grande échelle, de tout ce qui influe sur l'action de vôtre colonne, nous apprendra les moyens d'en aggrandir considerablement l'effet, et de le rendre plus constant dans les larges colonnes. Au moins je ne veux pas negliger les moyens, dont je puis me servir pour une telle recherche, puisque ce que nous avons déja vu de vôtre colonne électrique, a appris, qu'elle est un appareil beaucoup

Digitized by Google

plus puissant que la machine électrique, pour des decompositiens chimiques, qui pourront nous donner des decouvertes bien interessantes. Or il est à attendre, qu'à mésure qu'on en aura aggrandi la force, elle sera d'autant plus efficace à cet effet. Si tôt que je serai plus avancé dans cette recherche, et que j'en aurai des resultats satisfaisants, je vous les communiquerai. Si vous aviez en attendant des idées, que vous croyez me pouvoir être utiles dans cette recherche, ou dont vous désireriez l'examen par des expériences sur une plus grande échelle, que ne permettent vos appareils, je vous prie de m'en faire part le plutôt possible.

Nous avons fait aussi quelques *recherches sur les causes du plus grand effet des larges colonnes* pour les fusions et les oxidations des metaux, dont je vais vous communiquer les resultats. Les expériences comparatives, que nous avons faites sur les tensions de nos deux colonnes de $1\frac{1}{2}$ et de 5 pouces de largeur, nous ont fait voir en grand, comme vous avez vu également dans des colonnes d'une moindre hauteur, que les tensions des colonnes d'un nombre égal de plaques, quoique de diamètres très differens, sont absolument les mêmes, et qu'une batterie est aussi chargée également par les deux. Mais comment peut-on concevoir, que deux colonnes, dont les tensions sont si égales, et qui chargent si également de grandes batteries, font des effets si differens par rapport à la fusion des metaux. Pour s'en former de justes idées, il faut distinguer certainement l'action d'une colonne isolée, de l'action d'une colonne non isolée. Dans une colonne non isolée il y a un courant, qui passe continuellement de l'une extremité à l'autre, et par le conducteur ou par la chaine des conducteurs, qui combine les deux extremités; mais ce courant ne peut avoir lieu dans une colonne isolée. Cette seule distinction fait voir d'abord, que l'égalité des tensions

Digitized by Google

dans des colonnes isolées ne fournit aucune raison d'attendre une égalité des courans de ces mêmes colonnes, quand elles sont *non* isolées, puisque les actions des colonnes dans ces deux états sont tres differentes. Il est clair au contraire, que si le courant trouve moins d'obstacles à vaincre dans une *large* colonne non isolée, que dans une colonne d'un moindre diamètre, qu'alors ce courant produira plus d'effet, à cause de sa plus grande vitesse, qui sera proportionellement plus grande, à mesure qu'il a moins d'obstacles à vaincre. Or l'effet du courant d'une large colonne sur les fils metalliques, qui se fondent, fait voir évidemment, que sa vitesse est beaucoup plus grande que celle du courant d'une colonne d' 1 1/2 pouce de diamètre: puisque la fusion des fils metalliques par des courants électriques depend, comme les decharges des batteries ont prouvé, de la vitesse du courant, ou (ce qui revient au même) de la quantité du fluide, que les decharges font passer dans des momens égaux. Cela étant ainsi, on a seulement à considerer, quelles sont les circonstances ou les causes, qui permettent ou produisent une grande vitesse dans le courant, mû par une plus large colonne. Pourra t'on les trouver uniquement en ce que les substances humides, qu'on met entre les plaques, et qui ne sont pas de meilleurs conducteurs, offrent moins d'obstacles dans une large colonne, à cause de leur plus grande largeur, comme vous l'expliquez d'après ce que M. PFAFF m'a dit?

Nous avons fait la dessus l'experience suivante. Nous comparames les effets de deux colonnes de 12 paires de larges plaques, dont l'une avoit des cartons mouillés de la largeur des plaques, et dans l'autre trois cartons d' 1/2 pouce de diam. seulement separoient les paires des plaques. Quoique les tensions de ces deux colonnes fussent les mèmes, les autres effets étoient neanmoins beaucoup plus grands dans la colonne, qui avoit de larges cartons. Les étincelles, qui

Digitized by Google

étoient très brillantes dans celle-ci, et qui commençoient deja à la 5me paire d'en bas, étoient peu ou point visibles dans l'autre colonne. — Le resultat de cette experience est certainement favorable à vôtre opinion, et elle prouve au moins, que la largueur des substances humides contribue beaucoup à l'effet. Pour l'examiner plus loin, nous avons substitué, au lieu des cartons de la largeur des plaques, des autres plus larges, dont les bords depassoient partout ceux des plaques metalliques. L'effet de cette colonne étoit nullement augmenté, mais plutôt un peu diminué; ce qui prouve que les larges substances humides entre les plaques ne conduisent pas mieux le courant, ou au moins qu'elles ne contribuent pas à en augmenter l'effet, qu'autant qu'elles sont en contact avec les plaques metalliques, comme il étoit à attendre suivant vôtre opinion. — Nôtre observation, que les cartons ne font pas un bon effet dans la large colonne, à moins qu'ils soient très mouillés, accorde aussi très bien avec vôtre opinion, puisqu'il est certain, qu'ils conduisent mieux à mesure qu'ils sont plus mouillés. Cependant je ne vois pas jusqu'ici des raisons assez bien fondées d'attribuer la grande difference, qu'il y a entre les effets d'une large colonne, par rapport à la fusion et à l'oxidation des metaux, uniquement à ce que les larges substances humides conduisent mieux le courant. Les larges plaques metalliques mêmes ne pourroient elles pas, à cause de leur plus grande capacité, qui pourroit être en raison de leur largeur, contribuer à la vitesse du courant? Je desire beaucoup de savoir vos considerations sur cette question.

Il y a un autre effet des larges colonnes, que je ne sais pas bien accorder avec ce qui nous est connu d'ailleurs. Lorsqu'on compare les commotions d'une large colonne, et d'une autre d' 1 ½ pouce de diamètre, on n'apperçoit aucune difference sensible. J'ai fait cette experience, après le depart de M. Pfaff, avec deux colonnes, chacune de 20 paires de

Digitized by Google

cuivre et zinc, qui differoient uniquement en largeur, l'une ayant 1 ½ et l'autre 5 pouces de diamètre. Les substances humides étoient dans tous les deux des cartons trempés également dans le muriate d'ammoniaque. J'ai répeté souvent l'experience comparative, et je vous declare, que je n'ai pu appercevoir la moindre difference entre les commotions de ces deux colonnes. Mais comment peut-on accorder cette égalité des commotions par des courans, qui produisent des effets si differens par rapport à la fusion des metaux, avec les effets connus des courans dans des décharges électriques. Les commotions de ces decharges ne sont elles pas d'autant plus fortes, à mesure quelles sont plus efficaces pour la fusion des metaux? Vos eclaircissemens sur ce point me feroient un vrai plaisir.

Je vous communiquerai encore quelques experiences, faites principalement pour éclaircir d'ou il vient, que les colonnes font plus d'effet, quand les substances humides contiennent du muriate d'ammoniaque.

Il est bien prouvé, que le courant d'une colonne, dont les cartons ou les morceaux de drap sont trempés dans une solution de muriate d'ammoniaque, fait beaucoup plus d'effet, qu'une autre avec du carton ou du drap trempé dans une solution de sel commun. Pour en avoir une experience comparative, nous avons construit deux larges colonnes de 20 paires; l'une avec des cartons trempés dans le muriate d'ammoniaque, et l'autre avec des cartons trempés également dans une solution de muriate de soude (sel commun.) La première fit fondre en globules, comme à l'ordinaire, 4 pouces du fil de fer N°. 16. tandis que l'autre n'en fondoit et n'en rougissoit pas une ligne. Une troisième colonne, construite après avec des cartons trempés dans l'eau pure, fit encore moins d'effet par rapport aux étincelles.

Cet effet tant de fois plus grand d'une colonne, dont

Digitized by Google

les cartons sont trempés dans le muriate d'ammoniaque, ne laisse de doute, que la quantité du fluide électrique dans le courant d'une telle colonne est beaucoup plus grande, ou (ce qui revient au même) que ce courant a beaucoup plus de vitesse, que celui d'une colonne, dont les cartons sont trempés dans l'eau ou dans une solution de muriate de soude. — La question est, par consequent, quelle est la cause de la plus grande quantité de fluide dans le courant d'une telle colonne, ou de sa plus grande vitesse. Plusieurs Auteurs attribuent le plus grand effet, obtenu par le muriate d'ammoniaque, à ce que ce sel oxide les metaux après sa decomposition. Certainement on ne peut pas revoquer en doute, que le muriate d'ammoniaque se décompose dans la colonne: car on sent d'abord cette décomposition par l'odeur forte d'ammoniaque, peu après qu'on a construit une telle colonne, et surtout quand on la décompose. — On voit aussi les surfaces du cuivre et du zinc fortement oxidées par l'acide muriatique de ce sel décomposé. — On voit de plus, qu'à mesure que l'oxidation des plaques metalliques diminue, l'effet de la colonne diminue aussi en même raison. J'ai vu de plus, en Mai, comme je vous ai écrit le 9 Juin, [2]) qu'une colonne de 100 paires d'argent et zinc, et dont les morceaux de drap étoient trempés dans l'acide sulfurique, dilué de 6 parties d'eau, et par le quel les metaux, sur tout le zinc, furent promptement oxidés, fit beaucoup plus d'effet qu'une autre d'un nombre de paires beaucoup plus grand, dont le drap étoit trempé dans une solution de sel commun. Toutes ces expériences m'ont paru bien favorables à l'opinion, que l'oxidation des metaux, comme telle, contribue beaucoup à augmenter l'effet de la colonne; cependant n'en trouvant aucune explication satisfaisante, j'ai douté toujours, si quelque autre cause ou circonstance inconnuë jusqu'ici pourroit se combiner avec l'oxidation, et d'où l'augmentation de l'effet

Digitized by Google

depend soit entièrement soit en grande partie. M. PFAFF n'étant pas dans l'opinion, que l'oxidation, comme telle, contribue beaucoup à l'augmentation de l'effet, nous resolumes de faire autant d'experiences à cet égard, que le tems de son sejour ici a pu permettre.

1) Nous avons trempé les cartons dans les acides sulfurique, nitrique, et muriatique, tantôt concentrés, tantôt plus ou moins dilués, en employant, pour la plus grande partie de ces expériences, une colonne de 30 paires de cuivre et zinc d'1 ½ pouce de diamétre; nous en avons fait aussi quelques unes avec des colonnes de 10 paires de 5 pouces de largeur.

Nous avions pour but de voir, par ces expériences, si les effets de ces differentes colonnes étoient plus ou moins grands, à mesure que l'oxidation d'un ou de deux metaux se faisoit plus promptement. Je vous communiquerois ici une copie du journal, que nous avons tenu de ces expériences, si cette lettre n'étoit pas deja trop longue. Il me paroit aussi, qu'il suffit de vous dire, que nous avons nullement observé l'accroissement ni des tensions, ni des commotions, ni des étincelles, à mesure que l'oxidation des metaux fût plus prompte; qu'au contraire, dans les expériences avec l'acide nitrique, soit concentré soit dilué, dans les quelles l'oxidation des deux metaux se fit très promptemeut, nous avons trouvé les effets susdits beaucoup plus foibles, que dans une colonne égale comparative, dont les morceaux de drap ou les cartons étoient trempés dans une solution de muriate d'ammoniaque.

Vous voyez donc, Monsieur! que les resultats de ces experiences ne sont nullement favorables à l'opinion, que l'oxidation, comme telle, est la cause principale de l'augmentation de l'effet du courant des colonnes, dans les quelles le muriate d'ammoniaque est employé. Cependant il me paroit, que jusqu'ici on n'en peut pas conclure, que l'oxidation des

Digitized by Google

metaux par le muriate de l'ammoniaque n'y contribue absolument rien: puisque il est possible, que dans ce cas elle se fasse d'une manière, qui differe de celle des acides, et qui est plus propre à produire cet effet inconnu, par le quel le courant de la colonne est augmenté. Ou il se peut aussi, que l'action de l'ammoniaque sur le cuivre y contribue quelque chose. Desirans de voir ce que l'action de l'ammoniaque sur le cuivre pourroit effectuer tout seul, et sans être combiné avec l'oxidation produite par l'acide muriatique de muriate d'ammoniaque decomposé, nous trempames les cartons d'une colonne de 30 paires de cuivre et zinc d' 1 ½ pouce de diamètre dans l'ammoniaque. Nous en observames, que tous les effets du courant de cette colonne étoient beaucoup plus foibles, que de celui d'une pareille colonne avec des cartons trempés dans le muriate d'ammoniaque.

2) Par rapport à l'influence de l'oxidation sur l'effet de la colonne nous jugeames, qu'il pourroit être interessant de bien examiner divers effets de la colonne dans le vuide, dans differens gaz, qui ne contenoient pas du gaz oxygène, et dans le gaz oxygène pur. Nous employames pour cette experience une colonne de 60 paires d'argent et zinc de 1 ½ pouce de diamètre, avec du drap mouillié par une solution de muriate d'ammoniaque. Nous plaçames cette colonne sur la platine d'une machine pneumatique, sous un cylindre couvert avec l'appareil de la boëte à cuir, dont le fil nous servit pour toucher la colonne en haut. Ayant bien observé les tensions de cette colonne, et les effets de son courant, c. a. d. les étincelles, les commotions et la decomposition de l'eau, nous fimes le vuide dans le cylindre. Nous y employames la machine preumatique, que j'ai decrite en 1798, dans ma description des nouveaux appareils chimiques, appartenant au Museum de Teyler, et qui porte très promptement le vuide jusqu à ce que le mercure, dans un tuyau baro-

Digitized by Google

metrique placé dans le recipient, est tombé dessous une ligne. La vapeur produite dans le vuide, par l'eau de la colonne, soutenoit cependant le mercure à la hauteur de 5 lignes. Nous fimes cette expérience le 17 Novembre avant midi. M. COQUEBERT MONBRET, Commissaire de la Republique Française, à Amsterdam, cultivateur connu des sciences Physiques, que me fit ce jour-là une visite, y assista. Les tensions, et tous les effets susdits du courant de cette colonne dans le vuide, étoient si semblables à ce que nous en avions observé dans l'air atmospherique, que nous n'y avons pu remarquer prèsqu'aucune difference, ou plutôt point du tout. Quelques fois nous crumes de voir quelque diminution des étincelles par le vuide: mais en repetant ces essais nous ne la vimes pas confirmée. En laissant entrer l'air dans le cylindre, pour examiner de nouveau l'action de la colonne dans l'air atmospherique, et renouvellant peu après le vuide, tous les effets du courant de la colonne nous parurent aussi peu differens, que dans l'experience precedente. Ayant laissé la colonne, pendant l'heure de notre diner, dans le vuide, nous en observames les effets après ce repos: ils étoient absolument les mêmes qu'auparavant. Nous y introduisimes alors du gaz hydrogène carboné, tiré de l'huile d'olive de la maniere indiquée dans ma description des appareils chimiques, page 64, et qui étoit bien conservée dans un de nos gazomètres, decrits dans le même volume, par le quel nous l'avons pu introduire commodement, sans avoir à craindre aucun mélange de l'air atmospherique. Examinant alors les tensions, les commotions, et les étincelles de la colonne, nous les trouvames absolument les mèmes que dans le vuide, ou dans l'air atmospherique. Nous fimes alors de nouveau le vuide, et y introduisimes du gaz azote, fait en plaçant une pate de limaille de fer et de soufre dans l'air atmospherique, qui en avoit absorbé tout le gaz oxygène. Dans ce gaz

Digitized by Google

azote nous trouvames l'action de la colonne, sous tous ces rapports, absolument la même, que dans les experiences précédentes. Ayant fait vuider de nouveau le cylindre, nous y fimes entrer de la même maniere du gaz oxygène tres pur, tiré de manganèse. Nous observames alors, que les commotions de cette colonne étoient plus fortes, et que les étincelles étoient beaucoup plus grandes, plus brillantes, et plus faciles à obtenir, que dans aucune des expériences précédentes. Pour les comparer de nouveau avec les effet susdits de la colonne dans le vuide, nous fimes revuider le cylindre, et nous fûmes bien surpris de voir alors une si grande diminution des effets: les commotions étoient moins fortes, les étincelles beaucoup plus petites, que dans le gaz oxygène non seulement, mais aussi que dans les expériences précédentes, faites avec la colonne dans le vuide. Nous y avons introduit du gaz oxygène pour la seconde fois, et tous les effets reparurent dans le même degré que dans l'expérience précédente avec le même gaz. Ayant encore fait vuider le cylindre, tous les effets diminuèrent à peu près dans le même degré, que dans la derniere expérience avec le vuide. Nous y laissames enfin entrer l'air atmospherique, et les effets de la colonne se retablirent prèsque au même degré que dans les deux experiences précédentes.

Que pourra-t-on conclure après ces experiences dans le gaz et le vuide, qui, quoique nous nous flattons de les avoir fait avec tout le soin possible, ont donné des resultats si differens, par rapport à l'influence du vuide sur l'action de la colonne? Cette influence, qui parût peu ou point sensible, avant midi, étoit très remarquable après midi, quoiqu'il en fut bien éloigné, que le vuide que étoit si parfait que possible, ait fait cesser l'action de la colonne, comme quelques auteurs prétendent avoir observé. La difference de l'étât de la colonne, quelques heures après sa construction, pourroit elle donner

Digitized by Google

occasion à l'influence du vuide sur l'action de la colonne, que étoit seulement remarquable dans les dernieres experiences? Celles-ci paroissent prouver, que le gaz oxygene, environnant la colonne, augmente son action. Cependant elle n'en depend pas entièrement, comme quelques uns l'ont prétendu: puisque nous avons vu de bons effets de la colonne, non seulement dans le vuide, mais dans du gaz azote et dans du gaz hydrogene carboné, qui ne contenoient pas du gaz oxygène. Je me propose cependant d'observer ce que font ces gaz mephitiques sur la colonne, quand elle y est plus longtems exposée, comme aussi de repeter ces experiences dans le vuide, et dans les differens gaz, avec des colonnes, dont les cartons sont trempés dans l'eau au lieu de muriate d'ammoniaque; puisque l'action d'une telle colonne est plus uniforme.

3) Enfin par rapport à l'influence de l'oxidation sur l'action de la colonne, nous avons jugé à propos d'essayer des colonnes, dont les cartons étoient trempés dans des solutions nullement propres à oxider les metaux. Nous avons trempé, pour cet effet, les cartons de 12 paires de 5 pouces, dans une solution aussi concentrée que possible de *potasse*. Cette colonne fit beaucoup plus d'effet qu'une autre pareille, dont les cartons étoient trempés dans l'eau pure. Les étincelles étoient deja visibles à la 3^{me} paire d'en bas; et en haut, à la 12^{me} paire, on voyoit des étincelles, qui paroissoient rayonnantes, tandis que dans l'autre colonne les étincelles étoient à peine sensibles à l'onzieme et à la douzieme paire. En décomposant cette colonne nous observames, que les surfaces polies du cuivre ou du zinc n'avoient souffert aucun changement par la potasse. L'effet des cartons trempés dans du *sulfure de potasse liquide* étoit beaucoup plus foible et de peu de durée.

Après toutes ces experiences, concernant l'influence de

Digitized by Google

l'oxidation, je ne vois pas jusqu'ici, quelles raisons valables elles pourroient nous donner de nier, que l'oxidation des metaux par l'acide muriatique, soit par elle même, soit combinée avec l'action de l'ammoniaque, ne pourroit contribuer quelque chose à augmenter l'effet de la colonne. Je desire ardemment de savoir, si vos expériences vous ont donné quelques éclairissemens sur ce point.

Avant de finir cette lettre, je veux vous communiquer, encore les resultats de quelques expériences, que j'ai faites dans une leçon, tenuë avant hier, dans la sale de Teyler, sur votre colonne électrique.

1) J'augmentai alors le nombre des plaques de nôtre large colonne de 5 pouces, pour la premiere fois, jusqu'à 200 paires, dans une chaine de six piles. Quoique les 60 plaques du cuivre, faites dernièrement, eussent des defauts; que le tems n'avoit pas permis de corriger, et une autre meprise de mon assistant dans le choix des cartons ne m'en fissent pas attendre tout l'effet, qu'elle pourroit donner, j'ai réussi cependant à fondre, par cette colonne, un fil de fer de N. 16 de 23 pouces, entièrement en globules, et de faire rougir dans toute sa longueur un fil de 33 pouces. 2) Ayant placé une colonne de 20 paires de cuivre et zinc de 1 1/2 pouce de diam. à côté d'un autre de 5 pouces de largeur; ayant tous deux des cartons également trempés, j'ai prié plusieurs de mes Auditeurs d'essayer, s'il y avoit quelque diversité à sentir dans les commotions de ces deux colonnes: mais personne n'observa la moindre difference. 3) Apres la leçon je decomposai la grande colonne, et j'en construisis une plus large de 10 pouces de diametre, et à la hauteur de 20 paires métalliques. Je pris beaucoup de soins, pour que les bords des quatre plaques, qui se trouvoient au même niveau, se touchassent au mieux; et afin d'en augmenter les points de contact, je mis une feuille de cuivre tres mince au milieu de

Digitized by Google

la colonne entre le cuivre et le zinc de chaque paire. Je priai mes amis L'ANGE en VAN DEN ENDE d'y assister. Nous essayames iterativement les commotions de cette large colonne de 10 pouces, et celle d'une colonne de 1 $^1/_2$ pouce de diametre d'un égal nombre de paires, et nous n'en sentimes pas la moindre difference. 4) Examinant la force de cette colonne, dont les cartons étoient également mouillés de muriate d'ammoniaque, nous ne pûmes pas fondre plus de 5 pouces; ce qui fait voir, que la force d'une colonne n'accroit pas en raison des surfaces des paires métalliques, qui sont ici quatre fois plus grandes que dans une colonne de 5 pouces, dont 20 paires fondent 4 pouces de fil de fer. Ce-ci s'accorde très bien avec mon expérience faite en Aôut, et mentionnée pag. — 10. Ayant encore en vuë de faire plusieurs expériences, je me propose de vous en communiquer les resultats dans une seconde lettre.

Je suis avec les sentimens de l'estime la plus parfaite, etc.

M. VAN MARUM.

Harlem ce 29. Nov. 1801.

P.S. Je vous prie en grace mon cher Monsieur de me faire sçavoir au plutôt possible si celle-ci vous est bien parvenue; je l'envois à Pavia, puisque vous m'avez écrit, dans votre lettre de 29 Aout, d'y etre de retour vers la fin de 9bre.

J'ai envoye par cette poste une copie de cette lettre à M. BERTHOLLET pour l'inserer dans Ies Annales de chimie, et un autre M. GILBERT à Halle. Je desire ardemment d'apprendre vos considerations sur plusieurs points de cette lettre [3]).

Digitized by Google

NOTES.

[1]) VAN MARUM a publié cette lettre en forme de brochure intitulée: *Lettre de M.* VAN MARUM *à M.* A. VOLTA, *Professeur à Pavie, contenant des expériences sur la colonne électrique, faites par lui et le Professeur* PFAFF *dans le laboratoire de Teyler à Harlem en Novembre* 1801. *à Harlem chez* A. LOOSJES. petit in-8°. de 33 pages avec planche.

Une rédaction corrigée a paru dans les *Annales de Chimie*, Tome XL, p. 289—334.

Dans notre texte nous avons suivi la rédaction originale de VAN MARUM en n'y corrigeant que les erreurs évidemment typographiques.

Le post-scriptum nous a été communiqué par la Direction de l'Istituto Reale Lombardo.

Des extraits plus ou moins étendus ont paru dans presque tous les journaux scientifiques de ce temps: les *Gilberts Annalen*, *le Philosophical Magazine* de TILLOCH, NICHOLSON'S *Journal*, *Le Journal de Chimie et de Physique* de VAN MONS, etc.

[2]) Voir la lettre XXI, page 137.

[3]) Voir, pour la réponse de VOLTA, les lettres XXV et XXVI.

Digitized by Google

XXV.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

3 mars 1802.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle s'est croisée avec la lettre XXIV.
VAN MARUM y répondit par la lettre XXIX.

Geneve le 3.e Mars 1802.

Monsieur et mon cher ami.

Vous serez surpris que je vous ecrive de Geneve aujourd'hui, m'ayant cru retourné à Côme ou à Pavie vers la fin de 9bre. Mais le retour a été differé à cause du Congrès de Lyon, ayant été nommé un des 30 deputés, que notre Republique ci-devant Cisalpine, maintenant Italienne, y a envoyés.

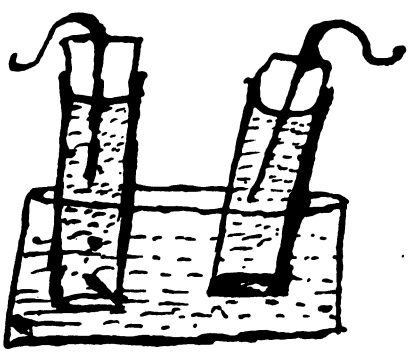
Vers la fin de ce Congrès, c-à.d. le 23. Janvier, je tombai malade de la fievre catharale, qui a dominé à Lyon. La maladie proprement dite ne fut pas longue, mais des incomodités qui me resterent, et qui me rendoient impossible d'entreprendre pour quelque tems le voyage d'Italie, me firent resoudre de passer à Geneve pour y finir ma longue convalescence, et me retablir parfaitement. Or m'y voila depuis 10. jours, et j'y resterai encore un mois environ: ainsi vous avez le tems, si vous voulez me repondre, de m'y adresser votre lettre.

Je n'ai pas encore reçu celle, qui contient la description et le resultat des expériences confirmatives de mes principes,

Digitized by Google

que vous avez faites en compagnie du Dr. PFAFF, qui est devenu l'apôtre de ma doctrine. J'ai seulement vu dernierement le long extrait qui se trouve dans le Journal de notre ami VAN MONS. J'ai été très-satisfait du succès de ces expériences, surtout de celles avec les batteries: que je l'aurois été davantage si j'avois pu être présent? Je vous aurois suggeré d'autres tentatives, par ex. d'essayer de bruler le fil de fer par la décharge de la batterie elle même chargée avec la pile.

Une autre expérience, que je voudrois que vous fissiez, est celle-ci. Préparez les choses de maniere à pouvoir faire passer la décharge de la batterie par l'appareil des deux fils métalliques qui plongent dans l'eau à l'objet de developper l'un le gas idrogene, l'autre l'oxigene (L'appareil le plus commode dont je me sers est representé par la figure que je vous trace ici: il consiste en deux tubes remplis d'eau et plongés par leur partie inferieure dans l'eau d'un vase commun à tous les deux, tandis que la superieure est fermée exactement par un bouchon de liege traversé par un fil d'or, ou de platine).



Ayant donc preparé un semblable appareil et bien adapté, faites y passer plusieurs decharges de la batterie les unes après les autres avec la plus grande frequence possible: pour cela vous aurez un assistant, qui chargera à chaque instant la batterie avec la pile, tandis qu'à chaque instant qui le suit vous la déchargerez, etc. de cette maniere j'ose predire, que vous obtiendrez le developpement des deux gas separés, comme avec la pile elle-même, et d'autant mieux que par ces decharges

Digitized by Google

repetées et frequentes de la batterie, vous approchez le plus du *courant continuel*, que produit la pile.

Mais quoi? Vous avez le moyen d'entretenir ce *courant continuel*, égal à celui de ma pile, avec votre grande machine électrique. Essayez donc de produire avec ce courant entretenu par votre machine le même developpement des gas: faites communiquer le premier conducteur, isolé d'ailleurs, aux frottoirs par l'intermede de l'appareil ci-dessus, c. à. d. de deux fils métalliques plongeants dans l'eau, et soutenez quelque tems le jeu de la machine: le courant electrique continuel sortant d'un de ces fils pour entrer dans l'eau, y fera paroitre l'oxigene, et passant de l'eau pour entrer dans l'autre fil, une plus grande quantité de gas hydrogene. Cela ne peut pas manquer, si votre machine est capable, comme vous croyez, de fournir, et d'entretenir à chaque instant un courant électrique aussi abondant, que celui que fournit et entretient une de mes grandes piles.

J'ai été en particulier très-satisfait des expériences électrometriques, que vous avez faites avec la plus grande exactitude, et sur lesquelles se fondent beaucoup ma theorie. Je l'ai été aussi beaucoup de celles, où vous étes parvenu à fondre et bruler plusieurs pouces de fil de fer. A propos de ces fusions et déflagrations, vous aurez vu sans doute qu'il faut que la communication entre le pied et la tête de la pile soit bien parfaite et entierement métallique, pour que l'effet ait lieu, l'interposition d'un conducteur imparfait, comme sont tous les non métalliques, ralentit beaucoup le courant, et fait manquer l'effet: notre corps est un de ces conducteurs imparfait, et infiniment inferieur aux conducteurs métalliques, etc. Dès-lors il est facile de concevoir pourquoi le courant électrique mu par une pile de 15. ou 20. pairs de plateaux d'un grand diametre, qui parcourant librement le fil métallique qui fait arc conducteur arrive à en fondre une partie, ne

Digitized by Google

produit qu'une faible commotion dans nos bras qui font de même arc conducteur, mais imparfait et tel que le courant en est beaucoup retardé.

Votre très-humble serviteur et très-affectionné ami

ALEXANDRE VOLTA.

NOTE.

[1]) Lorsque VOLTA adressa à VAN MARUM cette proposition, celui-ci avait déjà exécuté une expérience pareille. BERTHOLLET ayant transmis, par l'intermédiaire de PFAFF, la même demande, VAN MARUM s'était empressé d'y satisfaire. La lettre, par laquelle il rend compte de cette expérience, a été publiée par BERTHOLLET dans les *Annales de Chimie* au Tome XLI, p. 79 (livraison du 30 nivôse an X, 19 janvier 1802). L'appareil de VAN MARUM consistait en un „tuyau thermométrique" d'environ $^1/_{100}$ pouce de diamètre, dans lequel il avait introduit un fil de fer d'environ $^1/_{300}$ pouce de diamètre. Le bout inférieur de ce tuyau thermométrique était fermé avec de la cire à cacheter, de manière que l'extrémité du fil de fer sortait à peine. Ce tuyau était placé, moyennant un bouchon de liège, au milieu d'un tuyau plus large contenant de l'eau. En faisant passer le courant vigoureux de la „machine décrite dans le *Journal de Physique*, juin 1795" (lisez 1791, voir la lettre XII, note 1), dont le conducteur était éloigné de 3 à 4 lignes de la boule de cuivre, qui surmontait le tube à fil de fer, VAN MARUM obtint une décomposition de l'eau presque aussi prompte que par une colonne électrique de VOLTA de 100 paires.

Quoique l'appareil ne réalise pas la condition des deux électrodes inoxydables que demandait VOLTA, l'expérience suffisait à déterminer approximativement les intensités relatives du courant de la machine et celui de la colonne. Dans sa réponse du 30 frimaire an X (20 décembre 1801), qui se trouve dans notre collection, BERTHOLLET demande encore d'imiter la production des deux gaz qui se dégagent de deux fils métalliques, mais il résulte de cette même lettre que VAN MARUM n'avait pas à sa disposition des fils de platine convenables. Car BERTHOLLET écrit, évidemment en réponse à une demande de VAN MARUM: „JEANNETTY n'avait point de fil de platine, mais il en fait préparer et je crois qu'il me le remettra demain, je vous l'enverrai aussi-tôt".

Il résulte d'ailleurs de la lettre XXIX que VAN MARUM a bientôt répété l'expérience en se servant de deux électrodes de platine.

Digitized by Google

XXVI.

A. VOLTA a M. VAN MARUM.

22 juin 1802.

La lettre se trouve, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à la lettre XXIV
et s'est croisée avec la lettre XXVII.
VAN MARUM répondit par la lettre XXIX.

à Côme le 22. Juin 1802.

Monsieur et mon très-cher ami.

Je n'ai reçu votre lettre du 29. 9^{bre} qu'aux premiers de Maj, à mon retour à Pavie du long voyage en France. Il l'a été beaucoup plus, que je ne l'aurois voulu, à cause du congrès de Lyon, auquel j'ai dû intervenir comme deputé de Côme ma patrie, et d'une maladie que j'y ai soufferte à la fin de ce congrès, suivie d'une convalescence très-longue, pendant laquelle je me rendis à Geneve pour me rétablir mieux, et attendre pour mon retour en Italie la douce saison. J'ai passé très-agréablement deux mois à Geneve, jouissant sur-tout de la bonne compagnie des Savants, qui abondent dans ce paijs-là. Dans ce tems je ne vous ai pas oublié, mon ami, je vous écrivis à la fin de Février, ou au commencement de Mars, vous donnant de mes nouvelles, ajoutant quelques reflexions aux expériences et observations contenues dans votre longue lettre, dont j'avois vu seulement quelqu'extrait dans les journaux, et vous marquant, que vous pourriez encore m'écrire à Geneve avant mon depart, que je retarderois encore au dela d'un mois. Mais dans deux que je

Digitized by Google

restai à Geneve je n'ai rien reçu de vous ni de Mr. Le Prof. PFAFF, auquel j'écrivis en meme tems, et à peu-près les mêmes choses à Kiel, où il devoit se trouver. Mes lettres, que j'ai consignées à la poste de Geneve, se seroient-elles perduës? J'en serois bien faché. Celle-ci, que je vous ecris de Côme, je ne doute pas qu'elle ne vous parvienne, mon ami, et collegue, comme toutes les autres ecrites d'ici vous sont parvenues les années passées. Je vous prie de m'écrire sitôt que vous la recevez, et de me dire si vous avez aussi reçu l'autre, ou non. Vous avez dans doute continué les expériences avec mes appareils pour l'electricité métallique, vous les aurez variées, vous en aurez imaginé de neuves; et je ne doute point qu'elles ne soient toutes en confirmation de mes principes, comme l'ont été celles contenues dans votre lettre de 9^{bre} passé que vous avez rendue publique. Vous en aurez donc surement pour une autre, que j'attends avec impatience. J'ai été étonné de celles avec les grandes plaques que vous avez porté au nombre de 200. Ici encore *magnificentissimis tuis experimentis superasti conatus omnium.* Mais ce qui m'a encore plus satisfait sont les autres avec les petites, avec les ordinaires employées à charger des batteries électriques petites, moyennes et grandes. Moi, je n'avois encore essayé de cette maniere qu'une batterie d'environ dix pieds quarrés d'armure, qui pourtant repondit très-bien, et suffisoit d'ailleurs pour verifier ce que je me proposois de démontrer. Avec une pile de 120. couples métalliques partagée en deux, je chargeois dans un tems le plus court possible cette batterie à 2. degrés de mon électrometre à pailles minces et au point d'en avoir une secousse passablement forte, qui s'étendoit jusqu'aux épaules. Vous etes allé beaucoup plus loin; vous avez chargé une batterie d'environ 140. piés quarrés avec une pile de 200. couples et avez obtenu des commotions considerablement plus fortes, etc. Cependant elles ne l'ont pas été autant qu'elles

Digitized by Google

auroient pu l'être. Vous dites, que ces commotions de la grande batterie n'égaloient pas encore à beaucoup près celles que donnoit la pile elle-même, qui étoient du double plus fortes. Cela vient problablement de ce que le verre de vos jarres étoit trop épais: s'il avoit été aussi mince que celui des miennes, votre batterie auroit eu beaucoup plus de capacité, et avec la charge ou tension égale à celle de la pile, une telle batterie vous auroit donné une secousse aussi égale et même plus forte. Ma batterie de 10. pieds me donne dans toutes ces epreuves une commotion 4. ou 5. fois plus foible, que celle de la pile employée à la charger (pour avoir par exemple la plus foible possible dans un doigt plongé dans l'eau, l'autre main bien humectée empoignant une large lame métallique, qu'on porte au contact requis pour completer le cercle, il me suffit de charger cette batterie avec une pile de 8. ou tout au plus de 10. couples, tandis qu'il n'en faut que 2. pour obtenir la même commotion à peine perceptible directement de celles-ci). Si donc je me construisois une batterie semblable de 40. ou 50. pieds quarrés d'armure, j'aurois d'elle une commotion, si non égale à celle de la pile employée à la charger, peu inférieure; et avec une de 100. pieds une commotion j'ose dire plûtôt plus forte que plus faible. Mais comment plus forte? — Il paroit que tout au plus avec une batterie même de capacité infinie, (qui produiroit par sa decharge un courant électrique continuel et indeficient, tout aussi bien que la pile), il paroit, dis-je, qu'on pourroit tout au plus produire une commotion égale à celle que donne la pile elle-même. Cependant si on reflechit que dans la pile le courant souffre toujours du retard, ou de la difficulté à son passage par les couches humides, qui ne sont pas d'assez bons conducteurs et que ni cet obstacle ni aucune autre gene n'a lieu dans la décharge d'une batterie bien construite; on pourra comprendre comment la decharge de celle-ci peut occasionner, par cette plus grande

Digitized by Google

liberté du courant une commotion plus violente, que celle de la pile, *à tension égale*; pourvu seulement que la capacité de cette batterie soit assez grande pour que sa decharge continue le tems qu'il faut à produire sur nos organes un plein effet. Car enfin c'est le tems que dure la décharge ou le courant, qui fait, qu'à *tension égale*, qui donne une velocité égale au fluide électrique, on a une secousse d'autant plus forte, que les bouteilles de Leyde, où les batteries ont plus de capacité, comme j'ai expliqué dans mes derniers Memoires.

Au reste même de ma batterie de 10. pieds chargée à 1. degré avec une pile de 60. couples, à 2. d^{s}. avec une de 120. etc. j'ai une commotion plus forte que celle que me donnent les piles elles-mêmes, si les couches humides de ces piles ne le sont pas assez, ou si l'humeur est de l'eau pure. Dans ces cas vous savez, que la commotion est très-foible et presqu'imperceptible, malgré que la *tension électrique* reste encore la même. Le fluide électrique est poussé avec la même force; mais son courant souffre beaucoup de retard par les très-mauvais conducteurs qu'il doit traverser. Ce retard pourtant n'empesche pas que la batterie se charge au même degré de tension; seulement il faut pour cela plus de tems: il faudra, si les cartons sont presque dessechés, au point qu'on n'ait plus de la pile une commotion sensible, il faudra pour charger la batterie au même degré de la pile, une, ou plusieurs secondes; tandis que ces cartons étant bien trempés, il suffira d'$^{1}/_{4}$, ou d'$^{1}/_{8}$ de seconde, même pour une batterie de 50. 60. 100. piés carrés et d'$^{1}/_{20}$ de seconde, ou moins encore, si au lieu d'eau simple ils seront trempés d'une bonne humeur saline.

Concluons que *la rapidité du courant électrique* et conséquemment la force de la commotion qu'on éprouve, est en raison composée de la *tension électrique* et de la liberté ou *facilité du passage* dans toutes les parties de la chaine, ou cercle. Or la *tension électrique* repond exactement, comme

Digitized by Google

nos expériences électrometriques le demontrent, au *nombre des couples métalliques* disposées dan l'ordre convenable, dont est composée la pile, en raison $^1/_{60}$ environ de degré de mon électrometre à pailles, pour chaque couple, si elles sont de cuivre et zinc. La *facilité au passage* du fluide électrique tient à la permeabilité ou *faculté conductrice* des disques humides de carton, de drap ou autres semblables, interposés à ces couples métalliques. Ainsi supposé que la pile soit formée de 120. couples, elle donnera toûjours à mon électrometre 2. degrés et chargera de même à 2. degrés une bouteille de Leyde, et une batterie quelque grande qu'elle soit, que les disques soient seulement un peu humides, ou qu'ils soient bien trempés, petits ou grands, qu'ils soient imbibés d'eau pure ou d'une liqueur saline etc. Il n'y faudra qu'un peu plus de tems lorsqu'ils seront humectés d'eau pure, et à mesure qu'ils seront plus petits, ou moins humides, par le retard que souffrira le courant électrique à raison de ces obstacles. Eh bien, ce retard, cette diminution de rapidité du courant, fera que la commotion, que donne la pile soit d'autant moins forte, et même imperceptible ou nulle. Faisons servir d'exemple cette même pile de 120. couples: les cartons interposés sont-ils petits d'1. pouce environ et peu humides? On ne pourra pas en obtenir de commotion sensible; cependant elle fera donner à l'électrometre 2. degrés et elle chargera à 2. degrés une batterie dans quelques secondes, qui par cette charge donnera une bonne commotion. Maintenant qu'on les humecte suffisamment d'eau: encore la même tension électrique de 2. degrés, mais la commotion ne manquera pas, quoique foible et elle commence même à se faire sentir à la 20.me couple. Qu'on substitue aux petits disques de carton d'1. pouce environ de diametre, d'autres de 6. ou 8. pouces, bien humectés d'eau pure (et pour cela qu'on prenne aussi de larges lames métalliques), la commotion sera considerablement plus forte

Digitized by Google

et sensible deja à la 6.me ou 7.me couple: cependant la tension électrique n'aura pas augmenté; seulement la largeur des disques mouillés facilite le passage du fluide electrique. Qu'on reprenne les petites plaques et les petits disques de carton et qu'on imbibe ceux-ci d'une liqueur saline, sur-tout de muriate d'ammoniaque, qui est un conducteur beaucoup moins imparfait que l'eau pure; on aura une commotion incomparablement plus forte, et presqu'insupportable, quoique la tension electrique ne soit encore que de 2. degrés, et on commencera à en avoir une tant soit peu perceptible à la 3.me ou même à la 2.e couple. Enfin qu'on trempe de cette meme solution saline les grands disques, et qu'on les interpose aux grandes couples métalliques, on ne gagnera rien du coté de *la tension électrique*, qui sera encore de 2. degrés pour 120. de ces couples; mais on gagnera beaucoup pour la rapidité du courant; qui trouvera la plus grande facilité à passer par ces larges couches conductrices et assez bonnes conductrices. Delà les prodigieux effets qu'on obtient de la scintillation et fusion des fils et feuilles métalliques qu'on assujettit à ce courant mu par un petit nombre même de ces pieces et les plus étonnants encore que vous avez eu avec un appareil de 200.

Mais pourquoi la commotion, qui a gagné jusqu'ici en force et par la meilleure humectation d'eau, et par une plus large étendue du disque mouillé de cette eau, et sur-tout par la substitution à l'eau d'une bonne liqueur saline, ne gagne-t-elle plus rien ou presque rien, par la grande largeur donnée aux disques imbilés de cette même liqueur? tandis que la rapidité du courant électrique augmente par là au point de produire les fusions qu'on a vu. A cette difficulté je vous ai répondu dans ma lettre de Geneve [1]), et je reponds plus amplement dans la continuation du Memoire que j'ai lu à l'Institut du Paris, dont la 1.re partie seulement, a été publiée dans les Annales de Chimie et le reste ne tardera pas à paroitre [2]).

Digitized by Google

Il suffira donc de vous rappeler ici, que lorsqu'on veut essayer la commotion, le corps de l'homme, qui fait alors partie du cercle, étant lui-même un mauvais conducteur et d'autant plus mauvais, qu'il est plus étendu en longueur et que ses bras ne sont pas si larges, ni à beaucoup près si perméables au fluide électrique, que les grands disques de la pile mouillés d'eau salée, le corps de l'homme, dis-je, ralentit beaucoup le courant électrique, qui pour lors n'est plus capable de fondre les fils métalliques, que cet homme communiquant d'une main à une des extremités de la pile, presenteroit de l'autre à l'extremité opposée. La commotion acquiert selon moi en force, à mesure que le passage du fluide électrique à travers les disques humides de la pile se trouve moins gené, jusqu'à ce qu'il ne le soit pas plus que dans le corps de l'homme, qu'il doit aussi traverser. Arrivé au terme que le plus grand obstacle se trouve dans ce corps, de sorte que c'est celui-ci, qui limite la rapidité du courant, on ne l'augmente plus en elargissant davantage les voyes ailleurs, savoir celles des disques humides. Voila pourquoi il est inutile, pour ce qui est de la commotion, d'augmenter la largeur au delà d'1. ou de 2. pouces, des disques trempés d'une bonne liqueur saline, et que cela est très-avantageux pour fondre les fils métalliques, lorsqu'il n'y a ni le corps de l'homme, ni aucun autre mauvais conducteur, qui ralentisse le courant électrique. Je vois par votre lettre de 9^{bre}, que vous etiez vous même entré dans cette explication, mais que vous n'y étiez pas encore assez penetré, pour vous oter toute difficulté [3]). J'y suis revenu dans un autre Memoire qui a été inseré dans la Bibliothèque Britannique, qu'on imprime à Geneve; mais je ne me suis peut-être bien expliqué encore [4]). Pour moi il me paroit de comprendre bien la chose: Comme aussi l'autre, qui est un point essentiel, savoir que les liqueurs salines ne sont preferables à l'eau simple, qu'en tant qu'ils établissent, et par leur nature

Digitized by Google

plus conductrice et par leur forte adhesion aux metaux, une beaucoup meilleure communication; sans considerer leur action motrice propre, qui est bien peu de chose et qui peut être favorable, ou defavorable suivant qu'elle est conspirante ou opposée à l'action bien plus marquée qu'excitent par leur contact mutuel les deux metaux.

Comme la batterie se charge très à- peu-près au même degré que les disques humides le soient d'eau salée, ou d'eau pure, et toujours dans un tems très-court, quoique moins promptement dans ce dernier cas; il est bon de se servir à cet effet de piles à disques trempés d'eau simple, qui attaquant beaucoup moins les métaux, fait que l'appareil dure long-tems en bon état, sans qu'il soit besoin de le demonter, suffisant de le plonger tout entier dans l'eau, lorsque les disques sont trop dessechés, de l'y laisser un tems convenable et de l'essuyer passablement à l'extérieur après l'avoir retiré. On peut encore s'épargner cette derniere peine, en le plongeant dans l'eau bien chaude, et le retirant lorsque la chaleur de cette eau est telle, qu'à peine la main peut en supporter le contact: la pile alors fumant se desseche d'elle même à l'exterieur autant qu'il faut, les disques de carton, ou de drap retenant assez d'eau.

Je vous écrivois d'essayer de brûler et fondre le fil de fer etc. par les décharges de la batterie chargée par la pile. J'espere que vous l'aurez fait avec succès. Je reussis moi à faire étinceler la pointe aiguë d'un fil de fer assez mince, avec ma batterie de 10. pieds carrés, chargée par un contact très court d'une pile de 20. paires seulement et même d'une plus petite. Ces effets, c-à-d. la combustion et fusion du metal, augmentent à mesure que je charge à un plus haut degré la batterie soit avec des piles d'un plus grand nombre de pieces, soit autrement (avec les étincelles par ex. d'un électrophore ou avec une machine électrique ordinaire); mais la

Digitized by Google

veritable étincelle électrique se confondant avec celles provenantes de la deflagration du metal rend l'experience plus ou moins équivoque. Je voudrois pouvoir essayer avec de grandes batteries, que je chargerois avec des piles de 20. 40. 60. 100. couples, mais ces grandes batteries construites exprès avec l'exactitude et les attentions necessaires pour ces sortes d'expériences, je n'ai pu me les procurer jusqu'à présent. Suppleez donc vous, Monsieur, aussi à ces expériences en grand, que je ne suis pas en etat d'executer.

Il y en a encore d'autres, que je vous proposerois. Une importante est de tâcher d'obtenir le meme developpement du gas idrogene, et l'oxidation respective des deux fils métalliques plongés dans l'eau, etc. qu'on produit par l'action continuée de la pile, de l'obtenir, dis-je, par plusieurs décharges reitérées et rapprochées le plus possible d'une très grande batterie chargée à reprises par le courant d'une bonne pile. On peut aisément arranger les choses de maniere que de telles charges et décharges alternatives se succedent avec l'intervalle d'une demi seconde, ou moins encore.

Mais j'aimerois encore mieux, que vous reussissiez de l'autre maniere, que je vous ai déja proposée, savoir avec le courant électrique continuel de votre grande machine [5]), lequel courant aussi copieux peut-être que celui d'une bonne pile (vous le croyez encore plus abondant, mais j'en doute fort) determiné par un arrangement convenable à passer d'un fil métallique à travers l'eau dans un autre, qui communiqueroit librement avec le sol humide, ou mieux avec les frottoirs de la machine en jeu, devroit faire paroitre à l'un et à l'autre de ces fils la même quantité à peu près de gas idrogene autour de celui-ci, et d'oxigene, ou oxide autour de celui-là, comme avec la pile. Oui, la même quantité et de la même maniere, et avec les mêmes apparences, si veritablement votre grande et prodigieuse machine électrique est

Digitized by Google

capable de fournir et faire passer dans de conducteurs sans fin autant de fluide électrique à chaque instant ou dans un tems donné, qu'en fournit et fait passer la pile. Ce sera donc le succès qui decidera lequel en fournit et verse davantage. Pour les autres machines, qui ne sont pas si grandes et excellentes que la votre, il est déjà decidé qu'elles fournissent beaucoup moins qu'une pile, même petite. Ainsi n'est-il pss étonnant qu'on ait eu beaucoup de peine à obtenir avec elles, qu'il se developpât quelque petite bulle d'air de la pointe extremement fine d'un fil d'or etc. tandis qu'avec une pile de 10. couples seulement on fait que des fils pas si minces et longs plus d'1. pouce, se couvrent dans toute leur surface d'un grand nombre de bulles etc.

En verité la quantité de fluide électrique versée à chaque instant par une pile, qui n'a pas même la *tension* d'1. degré de mon électrometre à pailles minces, qui n'a p. e. que celle d'$^1/_2$ degré, n'etant formée que de 30 couples, est prodigieuse: elle charge à ce même point une batterie de plus de 100. piés carrés, en moins de $^1/_{10}$ ou $^1/_{20}$ de seconde, autant que celle-ci pourroit être chargée par 100. étincelles d'un mediocre électrophore, ou par 8. ou 10. tours d'une passable machine électrique, qui prendroient 15 ou 20 secondes.

Je finis cette lettre écrite à la hâte par vous proposer un expédient commode dans la construction des piles, soit à grandes, soit à petites plaques. Pour celles-ci il est bon de souder la plaque de zinc à celle de cuivre, ou d'étamer seulement le cuivre d'un coté avec une étamure d'étain et zinc à doses a peu près égales. Pour les grandes plaques rien de mieux qu'une semblable étamure assez épaisse, et de relever un peu les bords des plaques, afin que l'eau exprimée des grands cartons mouillés ne s'écoule pas.

De grace écrivez moi en m'informant de tout ce que vous avez fait depuis votre lettre de 9.bre et de ce qu'on

Digitized by Google

a fait de plus remarquable ici, et dans l'étranger. Depuis longtems je n'ai plus de nouvelles et je n'ai plus reçu de Journaux.

Je suis avec les sentiments, que je vous ai dévoués depuis bien des années

Monsieur et mon cher collegue

Votre très-obeissant Serv^r. et Affectionné Ami

ALEXANDRE VOLTA.

NOTES.

[1]) Voir la lettre XXV, à la page 179.

[2]) Après cette première partie du Mémoire de VOLTA, mentionné dans la note 1 de la lettre XXIII, les *Annales de Chimie* ne contiennent plus rien de VOLTA.

[3]) Voir la lettre XXIV, pages 165 et 166.

[4]) L'article, cité par VOLTA, est une lettre adressée aux rédacteurs de la *Bibliothèque Britannique*, insérée au Tome XIX de ce recueil, pp. 274–289 et 339–350. ANTINORI l'a reproduite dans sa *Collezione* au Tome II, Parte II, (volume 4) p. 231–252. C'est une réponse aux objections, que NICHOLSON avait élevées contre la théorie de VOLTA, dès que dans les *Philosphical Transactions* de 1800 avait paru la célèbre lettre à Sir JOSEPH BANKS, dans laquelle VOLTA décrit la construction et les effets de la pile électrique. NICHOLSON avait reproché à VOLTA d'avoir attribué l'action de la colonne presque exclusivement à l'électricité dégagée par le contact des métaux et d'avoir négligé l'influence de la nature chimique des liquides qui entrent dans sa composition. HUMPHRY DAVY avait même opposé à la théorie de VOLTA, et présenté comme une nouveauté, une pile composée d'un seul métal, l'étain, et deux liquides, acide nitrique et eau, ou encore une solution de sulfure de potasse et eau, combinaisons dont l'une et l'autre étaient capables de donner des commotions sensibles. VOLTA n'eut pas de peine à montrer que cette remarque reposait sur une ignorance complète de sa théorie, telle qu'il l'avait exposée dans ses Mémoires, spécialement dans celui que nous avons résumé, sous le n°. 6, p. 119–122, dans la note 1 de la lettre XVI. En effet, les liquides employés par DAVY étaient justement ceux, que VOLTA avait signalés comme les plus propres à démontrer qu'un courant électrique peut naître dans un circuit composé d'un seul métal et deux liquides différents (voir notre page 121, dernier alinéa).

Digitized by Google

A ce propos VOLTA, en rappelant que NICHOLSON avait dit qu'on ignorait probablement sur le continent, à cause des correspondances interrompues, les expériences et découvertes faites dernièrement en Angleterre, réplique qu'il pourrait dire de même qu'on ignorait en Angleterre celles qu'il avait faites il y a quelque années.

Dans sa réponse, VOLTA dit encore: „MR. NICHOLSON objecte aux physiciens „d'avoir été trop *précipités* à admettre d'après ma théorie, que l'électricité soit le „seul agent dans les phénomènes galvaniques, la seule cause efficiente de ces phé„nomènes. Il aurait fallu attendre, j'ajouterai, qu'on fût parvenu à produire tous les „effets propres à la pile, avec l'électricité ordinaire des machines. Eh bien: que „dira-t-il à présent qu'on les a effectivement obtenus; et avec une électricité élevée „à ce même degvé qui se manifeste dans la pile, etc.? Je me rapporte en cela „à des expériences faites justement en Angleterre, qu'il doit connoître; et à celles „exécutées en grand en Hollande par mon ami le DR. VAN MARUM. Que dira-t-il, „si non qui'il est tenu de se rendre à l'évidence."

VOLTA aurait pu préciser les expériences faites en Angleterre que NICHOLSON devait connaitre, en ajoutant que NICHOLSON lui-même lorsqu'il répétait avec CARLISLE, au moyen de la pile électrique, la décomposition de l'eau par l'électricité, découverte treize ans auparavant par PAETS VAN TROOSTWIJK et DEIMAN, avait fourni une preuve décisive de la nature électrique des effets de la colonne.

VOLTA cite encore les expérienees, relatées par VAN MARUM dans sa lettre du 29 novembre 1801, notre N°. XXIX, sur les effets de la colonne placée dans le vide, pour montrer que les physiciens, qui croient la présence de l'air respirable nécessaire à l'action de la pile, sont complètement en erreur.

Quant au fond de la question, VOLTA remarque que la tension électrique d'une pile à cartons ou draps mouillés d'eau pure reste à très peu près la même lorsqu'on remplace l'eau par les acides, même les plus oxydants. L'intensité beaucoup plus faible du courant de la pile à eau pure est due à la très-mauvaise conductibilité de ce liquide, comparée à celle des acides ou des solutions de divers sels. Cette différence se fait sentir surtout dans les expériences sur la fusion de fils de métaux. Par contre, dans celles où l'arc conducteur a également une faible conductibilité, comme dans les commotions du corps humain, la différence est beaucoup moins sensible. Cette discussion exige, pour être comprise, quelques notions sur l'influence de la résistance, tant de la pile, que des conducteurs extérieurs, sur l'intensité du courant et VOLTA donne à ce propos quelques explications et quelques exemples. Mais il est encore très éloigné de formuler la théorie de la pile avec le degré de précision qui doit nous frapper dans la lettre à VAN MARUM, du 22 juin 1802.

Digitized by Google

En effet, en disant (p. 184) que la *rapidité du courant* électrique est en raison composée de la tension électrique et de la liberté ou *facilité du passage* dans toutes les parties du circuit, VOLTA donne l'énoncé de la loi: $i = aec$, où i est la rapidité ou l'intensité du courant, e la tension électrique ou la force électromotrice de la pile, c la facilité du passage c. à. d. la conductitilité ou l'inverse $\frac{1}{r}$ de la résistance, et a une constante. Si l'on ajoute que VOLTA a égard à toutes les parties de la chaîne et qu'il établit une distinction entre la résistance intérieure de la pile et celle, extérieure, de l'arc conducteur, on reconnaîtra que VOLTA, en juin 1802, possédait les éléments essentiels d'une théorie mathématique de l'instrument qui doit porter son nom. Certes, il est à regretter que sa lettre à Van MARUM n'ait pas été rendue publique. Elle eût été bien digne de paraître comme le dernier travail de VOLTA sur l'électricité voltaïque. Elle aurait pu mettre fin à la confusion, qui n'a cessé de régner dans la science au sujet des effets de différentes combinaisons de la pile, jusqu'à ce que le travail classique de G. S. OHM: *Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet, Berlin* 1827, en eut définitivement établi les lois.

[5]) Consultez la lettre XXIX.

Digitized by Google

XXVII.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

3 juillet 1802.

La lettre se trouve à Milan, R. Ist. Lombardo.
Elle s'est croisée avec la lettre XXVI.
VOLTA y répondit par la lettre XXVIII.

Airolo ce 3 juillet 1802.

Mon cher Monsieur tres honoré ami

Je me trouve dans ce moment à Airolo sur le St Gothard, à peu de distance de Como, et si j'aurois pu persuader mes deux compatriotes avec les quels je fais un voyage par la Suisse, je vous annoncerois certainement que je vous ferois une visite, ce qu'il me seroit un grand plaisir, mais je suis obligé de desister de ce plan, qui m'a fait differé de vous ecrire plutot après la reception de vôtre derniere lettre du 3.me mars, et de vous faire part de mes dernieres experiences. Le Dr. BOBBA DE LU que j'ai rencontré en chemin, et qui part d'ici par Como et Pavia, m'offre de vous faire parvenir quelques lettres: dans ce moment j'ai seulement le tems de vous ecrire que je vous ecrirai avant la fin de ce mois, de Genève. Si vous voulez me faire parvenir en attendant de vos nouvelles, je vous prie de les adresser avant la fin de ce mois, sous une enveloppe à M. SENEBIER (qui ne sait pourtant encore rien de mon arrivée). Soyez persuadé de mes sentimens de consideration et d'amitié, avec les quels je suis inviolablement votre tout devoué

M. V. MARUM.

Digitized by Google

XXVIII.

A. VOLTA à M. VAN MARUM.

10 juillet 1802.

La lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
Elle est la réponse à la lettre XXVII.
VAN MARUM y répondit par la lettre XXIX.

à Côme ce 10. juillet 1802.

Monsieur et mon très cher ami

Je vous avois ecrit une longue lettre à Harlem il y a deux semaines, lorsque je reçus la votre du 3. juillet de Airolo. Je fus surpris de vous entendre si près de mon pays, et je me faisois une fête de pouvoir vous revoir après tant d'années. Vous auriez dû en effet me rendre cette visite, vous en ayant fait une moi à Harlem il y a 21. ans. Et comment vous a-t-on pu en detourner, n'étant loin de Côme que deux journées? Et comment n'avez vous pas été, vous et votre compagnie, assez tenté de voir une partie au moins de la belle Italia, le Milanois? Voulant vous rendre à Genève vous n'auriez allongé le voyage que de quelques jours: en passant par Côme et Milan, et rentrant par Turin et la Savoie. Mais ne pourrois-je pas esperer que vous fissiez cette tournée à rebours? Oh! je vous exhorte à le faire, et non seulement à passer quelques jours à Milan, mais à faire une course au moins en Toscane, si vous ne voulez pas pousser jusqu'à Rome et Naples. Autrement comment pourrez-vous ne pas regretter d'avoir fait un si long voyage, d'avoir passé les Alpes pour saluer seulement l'Italie sans en rien voir?

J'adresse cette lettre à Mr. SENEBIER, comme vous me mandez, et j'attends celle plus longue, que vous me promettez, et qui contiendra, j'espère, bien des expériences et

Digitized by Google

des observations, parmi lesquelles il y en aura en reponse à la lettre, que je vous ecrivis de Genève au commencement de Mars. J'avois aussi dernièrement quelque chose à vous communiquer, et de nouvelles tentatives à vous proposer; et ie l'ai fait en partie dans ma dernière lettre, que vous trouverez à Harlem à votre retour [1]). Au reste j'ai peu travaillé depuis l'année passée. Pendant tout le tems de mon voyage, qui a duré huit mois en ayant passé un peu plus de deux à Paris, deux à Lyon, où je suis tombé malade et deux enfin à Genève, où je me suis rétabli, je n'ai fait aucune nouvelle expérience, content de montrer celles que je pouvois executer avec les appareils que je trouvois chez quelques Physiciens, sur-tout celles qui sont fondamentales pour la théorie, et qu'heureusement je pouvois executer avec quelques appareils de poche, que j'avois apporté avec moi: quelques bons Condensateurs, un électrometre à pailles, et deux piles à étui, etoient les principales, et presque les uniques pieces. J'ai été faché de ne trouver nulle part des batteries assez bien construites pour montrer les expériences de les charger par un contact très-court de la pile, et d'en recevoir des commotions proportionnelles à leur grandeur, etc. comme j'avois fait l'été passé chez moi avec une batterie de 10. piés carrés d'armure, et comme à mon invitation vous avez fait avec des batteries bien plus grandes avec un plein succès.

Je n'ai donc rien produit d'expériences nouvelles durant tout le tems, que je suis resté dehors. Après mon retour à Côme, qui fut à la fin d'Avril, je me suis encore peu occupé et à-peu-près seulement à repeter, er rectifier mes expériences precedentes, pour determiner, sur-tout avec plus d'exactitude les degrés de *tension électrique* correspondants à tel et tel autre effet. Ainsi cherchant à quelle distance peut éclater l'étincelle, ou se faire la decharge d'une moyenne bouteille de Leyde chargée à différents degrés entre deux

Digitized by Google

boutons métalliques, j'ai trouvé que pour $^1/_{20}$ de ligne il faut entre 7. et 8. degs. de mon électrometre à pailles minces (dont les degrés sont d'$^1/_2$ ligne); pour que l'étincelle puisse faire le saut de $^2/_{20}$ de ligne il faut 15. degrés; pour $^4/_{20}$ l. 30 des pour $^8/_{20}$ l. 60d. à peu près, d'où il paroit que les distances que peut franchir l'étincelle ou la décharge de la bouteille sont pour les petites charges en raison directe simple des degrés d'électricité; et par consequent que pour 1. seul degré de charge l'intervalle pour l'étincelle ou la décharge ne pourrait exceder $^1/_{140}$ de ligne. L'application aux piles est aisée à faire, considérant qu'il faut au moin 60. couples de cuivre et zinc pour arriver à la *tension* d'1. degré, etc.

J'ai cherché à déterminer la plus petite charge necessaire à me donner la plus petite commotion à peine sensible dans un doigt trempé dans l'eau, avec une seule jarre d' $^1/_2$ pié carré d'armure, et avec une batterie de 16. semblables jarres, ou de 8. piés, et j'ai trouvé, que pour la jarre seule il ne faut pas moins d'1. degré, mais que pour la dite batterie il suffit de $^1/_8$ de degré; et que $^1/_2$ degré la rend déjà capable de fondre la pointe aiguë d'un fil de fer. Je ne doute gueres, que vous en aurez fondu d'une maniere bien plus marquée avec vos grandes batteries chargées par des piles. J'ai rempli un tube d'1. ligne de diametre d'une forte solution de sel ammoniac, et j'y ai introduit par les deux bouts deux fils d'argent de maniere que leurs pointes restent à la distance de 2. pouces l'une de l'autre. J'ai preparé de même un autre tube de 10. lignes de diametre, le remplissant d'eau pure. La décharge d'une bouteille, ou de ma batterie assez forte pour me donner la commotion jusqu'aux coudes, l'excitant avec les bras seuls, ou armés d'une verge métallique non interrompue, me la donne sensiblement plus foible lorsqu'elle est obligée de traverser le petit cilindre d'eau salée dans le tube d'1. ligne de diametre; et plus foible encore la traduisant

Digitized by Google

par le gros cilindre d'eau pure. Que si je l'obblige à passer par un cilindre long de 2. pouces de cette meme eau pure, et pas plus gros d'1. ligne, la commotion est nulle ou presque nulle.

On a pretendu que la flamme étoit un excellent conducteur de l'Electricité, et on a été étonné qu'elle arretât la secousse dans les expériences galvaniques. Quelques Physiciens et HUMBOLDT sur-tout ont cru que la flamme étant un cohibent du Galvanisme, celui-ci étoit donc different du fluide electrique. [2]) La vérité est, que la flamme est un mauvais conducteur de l'electricité, de sorte qu'interrompant avec une flamme quelconque un conducteur métallique, qui fasse partie de l'arc, il n'est plus possible d'avoir la commotion, à moins que les charges des bouteilles n'excedent les 60. ou 70. degrés de mon électrometre à pailles comme j'ai prouvé.

Pour les charges plus foibles, elles se dechargent, mais lentement, l'electrometre tombant peu à peu à vüe d'oeil. Il en est de même des piles: le courant électrique passe à travers la flamme, mais ralenti: il ne donne point de secousse, mais il charge le condensateur, les bouteilles, etc. Je suis en vous embrassant.

Votre trés-humble serviteur et Ami

A. VOLTA.

NOTES.

[1]) La lettre n°. XXVI.

[2]) *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser nebst Vermuthungen über den chemischen Process des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt von* FRIEDR. ALEXANDER VON HUMBOLDT. *Posen und Berlin.* MDCCLXXXXVII. *Erster Band* p. 438.

La persistance de l'erreur que le fluide soi-disant galvanique différait de l'électricité ordinaire a été la cause principale que, dans la nomenclature scientifique, le nom de GALVANI a usurpé la place qui revient à celui de VOLTA: galvanisme, galvanique, galvanomètre, galvano-plastique, au lieu de voltaïsme, voltaïque, voltamètre, volta-plastique etc.

Digitized by Google

XXIX.

M. VAN MARUM à A. VOLTA.

[Septembre?] 1802.

La minute d'une partie de la lettre se trouve à Harlem, Soc. holl. des Sciences.
La lettre est la réponse aux lettres XXVI et XXVIII.

Monsieur tres estime ami

Mon voyage en Suisse et en France dont je ne suis de retour que depuis peu de semaines, est la cause que je n'ai pas repondu plutôt à vos deux dernieres lettres, dont j'ai trouvé un à Geneve et l'autre a mon retour ici. Peu de jours avant mon depart d'ici en Mai j'ai fait quelques experiences avec notre grand appareil electrique par rapport a votre colonne, dont je me suis proposé toujours de vous communiquer les resultats sitot que j'y auray trouvé le tems pendant mon voyage; mais mon sejour a eté partout trop court, ce qui m'a fait differer ma reponse jusqu'a mon retour.

Je vous ai promis dans ma lettre de .... 9^{bre} 1801 d'essayer la charge de notre grande batterie de 550 pieds quarrés de surface garnie, par votre colonne lorsque la saison pourroit permettre de faire cette experience dans la sale ou cette batterie qui est trop volumineuse pour la placer ailleurs, se trouve et ou l'air est ordinairement trop humide pendant l'hyver et au printems pour une experience si delicate vu qu'on n'y peut pas faire du feu. Pour la charge de cette batterie je me suis servi d'une colonne de deux cents paires de zinc et d'argent, d'$11/2$ pouces de diametre, et dont les

Digitized by Google

morceaux de drap étoient trempés dans une solution de sel ammoniac. Essayant la charge de cette batterie à la meme maniere à la quelle j'en ai chargé la quatrieme partie, et apres les memes precautions decrites dans ma lettre precedente (*Annales de Chimie* Tome XLII [lisez XL] p. 292 et suivant) j'observai que cette grande batterie fut chargée par un contact aussi court que possible de la colonne, exactement à la même tension que celle de la colonne. J'ai repeté ces experiences en presence des deux Physiciens M. VAN DEN ENDE qui avoit assisté au plupart des experiences decrites dans ma lettre precedente, et de M. VAN DIJK d'Amsterdam, qui s'est occupé beaucoup avec votre colonne. Nous repetames plusieurs fois cette experience, en tenant l'electrometre de BENNET en contact tantôt avec l'une tantôt avec l'autre partie de la batterie, et nous observames constamment, qu'un contact aussi court que possible de cette colonne suffisoit pour charger la batterie entiere à la meme tension.

Cette derniere experience fait voir d'un maniere beaucoup plus frappante encore que mes experiences precedentes, l'enorme vitesse du courant de fluide electrique mu par votre colonne, puisque la charge d'une si grande batterie par un contact aussi court que possible du fil communicateur, fait voir, que dans ce moment, qui n'aura pas duré $^1/_{10}$ seconde, il passe de la colonne dans la batterie une quantité de fluide électrique qui suffit à charger la batterie à la meme tension. Or comme la quantité de fluide electrique, qu'exige la charge susdite d'une si grande batterie, est certainement tres considerable, il est evident, que la vitesse du courant qui a chargé la batterie dans le moment du contact si court que possible est vraiment enorme et surpasse toute notre imagination.

Apres cette experience je me suis servi de la grande Machine electrique pour essayer la decomposition de l'eau

Digitized by Google

par un courant de fluide electrique mu par votre colonne [lisez: cette machine], pour en comparer l'effet avec celui de votre colonne. Je me suis servi pour cette experience premierement du meme appareil employé pour mes experiences precedentes, dont vous aurez trouvé la description dans l'extrait d'une lettre à M. BERHOLLET dans les *Annales de Chimie* Tome.... [lisez XLI] page.... [lisez 77] et j'observai d'abord, que la décomposition de l'eau par le courant mû par cette machine fut au moins aussi prompte, que par celui d'une couronne vigoureuse de 200 paires. Je repetai cette experience un autre jour avec M. VAN DEN ENDE, y employant deux tuyaux, pour obtenir et examiner les deux gaz separés. La figure ci jointe[1]) vous fait voir l'arrangement de mon appareil. Le tube de verre *ab* est fermé en haut par un bouchon de liege qui tient un tuyau thermometrique, dont l'interieur a à peine $^1/_{80}$ pouce de diametre et par lequel passe un fil de platine tres mince, dont l'extremité sort à peine la cire à cacheter, qui ferme l'extremité inferieure *d* du tuyau *cd*. L'autre tube *ef* est fermé par un bouchon, par le quel passe le fil de platine plus epais *gh*. Ces deux tubes se trouvent dans une vase, dans la position comme la figure l'indique. Pour obtenir que le courant du fluide electrique passe plus promptement de l'extremité du fil *d* à l'autre extremité du fil *h*, j'adaptai la portion d'un muscle de veau *ikl* dans les parties inferieures des tubes, de maniere que les deux extremités *i.l* se trouvent à peu pres à la distance d'$^1/_2$ pouce des deux extrémités inférieures *d h* des fils de platine. L'extremité superieure du fil de Platine en *c* touchoit une boule de cuivre qui recevoit le courant du conducteur de la machine. Nous observames d'abord la production des deux gaz dans les deux tubes, et cette production avoit au moins autant de vitesse, que nous en avons observé dans le même appareil, en y employant une colonne de 200 paires. J'avoue que je n'ai pas fait des experiences

Digitized by Google

si exactes que j'aurois desiré, pour mesurer les vitesses de la production de ces deux gaz, et pour les comparer avec celles des gaz produits par les courants des colonnes de differentes hauteurs des colonnes: ces experiences auroient exigé plus de tems, que j'y ai pu employer au printems avant mon depart, et apres mon retour la saison est trop avancée pour reprendre ces experiences puisque l'humidité de l'air dans la sale, ou la machine est placée, ne le permet plus. Mais quoique la comparaison n'est pas aussi exacte, qu'il auroit été possible, nous nous sommes cependant bien assurés, que les deux gaz furent produits par le courant de notre machine au moins aussi promptement que par une colonne de 200 paires. — Vous voyez donc prouvé par cette expérience, que le courant de notre grande machine a au moins autant de force pour decomposer l'eau que celui de votre colonne à 200 paires; dont on peut conclure que le courant de la machine n'a pas moins que celle de la colonne susdite: ce que vous n'avez pu vous imaginer, comme il me paroit par vos dernieres lettres.

Le resultat de cette experience est de plus une preuve bien convainquante de l'identité du fluide mu par une machine electrique et par votre colonne, mais il me paroit que cette identité est actuellement si [2])

NOTES.

[1]) La figure manque dans la minute.

[2]) Ici finit la partie que nous possédons de la minute.

FIN.

Digitized by Google

CORRECTIONS.

Page 16 note 5 ROIZER lisez ROZIER.
„ 26 en-tête 25 *juin* 1687 „ 15 *juin* 1787.
„ 77 note 1 *à ajouter:*

Le journal hebdomadaire: *Algemeene Konst- en Letterbode voor Meer- en Mingeoefenden, ens. Haarlem by C. Plaat en A. Loosjes*, 1792, contient une traduction hollandaise de la lettre de VOLTA à VAN MARUM notre N°. XIII, divisée en trois parties: Deel IX, pp. 115[a], 121[b] et 131[a]. Dans le numéro du 4 janvier 1793, Deel X, p. 2[b], on trouve un court extrait hollandais de la lettre de VOLTA du 11 octobre, notre N°. XIV. Il ne comprend que la page 96 et les 18 premières lignes de la page 97 de notre publication.

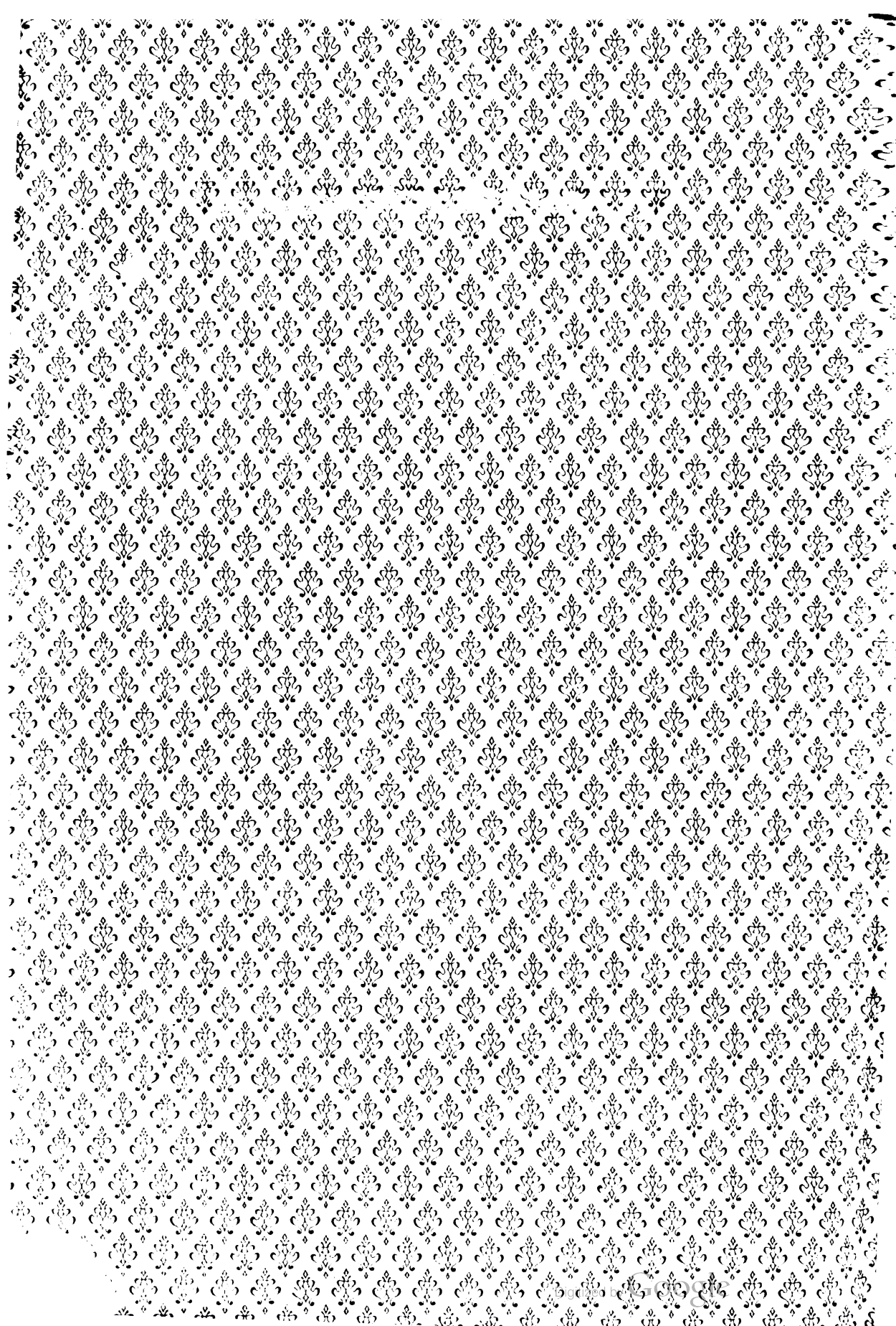
Lors de l'impression des lettres XIII et XIV l'existence d'une série du journal hebdomadaire cité, antérieure à celle que possède la Société hollandaise, m'était inconnue. J'ai eu connaissance de la traduction hollandaise des lettres de VOLTA par l'ouvrage: *Bibliographie des Chimistes hollandais dans la période de* LAVOISIER, par Dr. H P. M. v. d. HORN v. d. BOS, *Extrait des Archives de* TEYLER, *Série II, T VI. Cinquième partie.*

Page	82	ligne	6	*de*	lisez	*des*
„	82	„	23	*faits*	„	*faites.*
„	108	„	24	*coutaining*	„	*containing.*
„	111	„	7	*Instituto*	„	*Istituto.*
„	112	„	27	*la verrons*	„	*le verrons.*
„	115	„	dern.	PFAFF DE KIEL	„	PFAFF de Kiel.
et „	144	„	1	„	„	„
„	120	„	18	ANTONORI	„	ANTINORI.
„	120	„	23	*ayant*	„	*l'ayant.*
„	127	„	dern.	*repose*	„	*reponse.*
„	181	„	en-tête	*se trouve*	ajoutez	*à Harlem.*

C. C. B. L.

Digitized by Google

Digitized by Google



UNIV. OF MICH.
FEB 11 1908

5-4

Digitized by Google